



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



1

د
م

Δ

LEHRBUCH
DER
BERGBAUKUNDE

VON

G. KÖHLER

KGL. BERGRAT UND DOZENT FÜR BERGBAU- UND AUFBEREITUNGSKUNDE
AN DER VER. KGL. BERGAKADEMIE UND BERGSCHULE IN CLAUSTHAL.

ZWEITE, VERBESSERTE AUFLAGE

MIT 846 HOLZSCHNITTEN UND 7 LITHOGR. TAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1887.

Alle Rechte vorbehalten.

6631028

16900

ML

·K82

Vorwort zur zweiten Auflage.

Aus der freundlichen Aufnahme, welche die erste Auflage dieses Buches gefunden hat, glaube ich folgern zu dürfen, daß ich mich in bezug auf Inhalt und Umfang auf dem richtigen Wege befunden habe und bin deshalb bemüht gewesen, denselben auch bei der inzwischen nötig gewordenen zweiten Auflage innezuhalten.

Eine geringe Vergrößerung des Umfanges ließ sich dabei wegen der großen Menge des neu hinzugekommenen Stoffes allerdings nicht vermeiden, wenngleich an geeigneten Stellen in zulässiger Weise Kürzungen vorgenommen sind.

Abgesehen von nicht wesentlichen Abänderungen der Einteilung ist der erste, vorwiegend geologische Teil als Einleitung der Bergbaukunde vorausgeschickt, dabei jedoch größtenteils umgearbeitet und insbesondere das Kapitel über Störungen der Lagerstätten nach meiner im gleichen Verlage im Jahre 1886 erschienenen kleinen Schrift: »Störungen der Gänge, Flötze und Lager« vermehrt.

Der Abschnitt über Wetterlehre ist durch Aufnahme der, von den bezüglichen Kommissionen der verschiedenen Länder, sowie von einzelnen Sachverständigen seit dem Erscheinen der ersten Auflage erzielten wichtigen Resultate am meisten bereichert worden.

	Seite
B. Verwerfungen	21
1. Faltenverwerfungen	21
§ 40. Allgemeines. § 41. Ausrichtung der Faltenverwerfungen. § 42. Größe der Faltenverwerfungen.	
2. Spaltenverwerfungen	24
§ 43. Erklärung. § 44. Entstehung der Spaltenverwerfungen. § 45. Alter der Spalten. § 46. Sonstige bei Spaltenverwerfungen vorkommende Beziehungen. § 47. Ausrichtung der Spaltenverwerfungen. § 48. Größe der Verwerfung. § 49. Ausrichtung einer Spaltenverwerfung mit stumpfem Sprungwinkel nach der Zimmermann'schen Regel. § 50. Beeinflussung der Senkung durch eine gleichzeitig und in horizontaler Richtung wirkende Kraft.	
3. Verschiebungen	34
§ 51. Erklärung und Beispiele. § 52. Ausrichtung der Verschiebungen.	
4. Gangablenkungen	40
§ 53. Allgemeines. § 54. Ausrichtung einer Gangablenkung.	
Litteratur	41
Erster Abschnitt	43
Aufsuchung der Lagerstätten, Schürf- und Bohrarbeiten	43
§ 1. Untersuchung der Erdoberfläche.	
A. Schürfen	43
§ 2. Erklärung. § 3. Arten des Schürfens.	
B. Bohren	44
§ 4. Zweck des Bohrens. § 5. Geschichtliches. § 6. Übersicht der Bohrmethoden für größere Bohrlöcher.	
Kap. I. Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen	46
§ 7. Apparate. § 8. Kopfstücke. § 9. Verrohrung.	
Kap. II. Stossendes Bohren mit Gestänge	48
§ 10. Arten und Wirkungsweise des stoßenden Bohrens.	
A. Bohrstücke	48
§ 11. Bohrmeißel. § 12. Glockenbohrer oder Büchse. § 13. Meißelbohrer von anderer Form. § 14. Bohrkeule. § 15. Bohrlöffel (Schlamm- oder Schmandlöffel). § 16. Solheber. § 17. Apparate zum Kernbohren.	
B. Gestänge und Zwischenstücke	53
§ 18. Bestandteile. § 19. Obergestänge. Allgemeines. § 20. Massiv eisernes Gestänge. § 21. Stangenschlösser der eisernen Gestänge. § 22. Hölzernes Gestänge. § 23. Verbindung der Holzstangen. § 24. Untergestänge. § 25. Zwischenstücke. Allgemeines. § 26. Wechelschere oder Rutschere von v. Oeynhausen. § 27. Die Rutschere von Kind. § 28. Kind'scher Freifallapparat. § 29. Freifallinstrument von Schubarth und Humboldt. § 30. Freifallapparat von Greiffenhagen. § 31. Freifallapparat von Fabian. § 32. Abgeänderte Fabian'sche Freifallapparate. § 33. Zobel'scher Freifallapparat. § 34. Der Fauck-sche selbstthätige Freifallapparat.	
C. Kopfstücke und Schlagvorrichtung	67
§ 35. Kopfstücke. § 36. Bohrschwengel und Bohrdocke.	
D. Aufholen und Einlassen des Gestanges, Löffel, Hilfsgeräte .	69
§ 37. Treibvorrichtung. § 38. Treibmaschinen. § 39. Das Treibseil. § 40. Vorrichtungen zum Greifen der Stangen. § 41. Seilscheiben.	

§ 42. Rechen zum Aufhängen der Stangen. § 43. Bohrturm. § 44. Bohrduckel und Bohrtäucher. § 45. Hilfsgezähe. § 46. Das Löffelseil.	
E. Störungen beim Gestängebohren und deren Beseitigung . . .	74
§ 47. Arten der Störungen und deren Ursachen. § 48. Brüche und Fanggestänge. § 49. Fanginstrumente.	
F. Verkleidung der Bohrlochwände	80
§ 50. Zweck der Verrohrung. § 51. Beseitigung des Nachfalls. § 52. Verkleiden der Bohrlochwände mit Letten oder Beton. § 53. Absperrungsröhren. § 54. Vernieten der Röhren. § 55. Einhängen der Röhren. § 56. Erweiterungsbohrer. § 57. Vereinigte Vor- und Nachbohrer. § 58. Isolierungsröhren. § 59. Das Herausziehen einer Verrohrung. § 60. Das Zerschneiden der Röhren.	
G. Besondere Bohrmethoden	88
§ 61. Das Englisch-Kanadische Bohrverfahren.	
Kap. III. Stossendes Bohren mit Seil	94
§ 62. Chinesische Bohrmethode und Allgemeines über Seilbohren. § 63. Neuere Methoden des Seilbohrens. § 64. Das amerikanische Seilbohren. § 65. Das Seilbohren von Mather & Platt in Salford bei Manchester.	
Kap. IV. Bohrverfahren mit Wasserspülung	100
§ 66. Allgemeines. § 67. Diamantbohren. § 68. Apparate. § 69. Das Bohrgestänge. § 70. Verrohrung. § 71. Ausführung der Bohrarbeit. § 72. Einführung des Spülwassers. § 73. Die maschinellen Einrichtungen. § 74. Fangwerkzeuge. § 75. Abreißen des Kernes. § 76. Dänisches Bohrverfahren. § 77. Das Bohrverfahren von Fauck. § 78. Das System Przibilla. § 79. Bohrverfahren von Zobel und Köbrich. § 80. Noth'sches Verfahren. § 81. Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz a. Rh.	
Kap. V. Allgemeines über Tiefbohrbetrieb	114
§ 82. Buchführung und Bohrarbeiten. § 83. Leistungen und Kosten. § 84. Zeitaufwand beim Einlassen und Aufholen der Gestänge. § 85. Wahl der Bohrmethoden.	
Anhang	117
Herstellung von Bohrlöchern für verschiedene Zwecke des Bergbaubetriebes.	
§ 86. Lösung alter Grubenbaue. § 87. Wetterbohrlöcher. § 88. Der Bohrrapparat von Wegge und Pelzer. § 89. Bohrrapparat von Hußmann. § 90. Der Bohrrapparat von Munscheid. § 91. Bohrrapparat von Gildemeister und Kamp. § 92. Horizontale Bohrlöcher zur Untersuchung von Lagerstätten.	
Litteratur	124
Deutsche Reichspatente	127
Zweiter Abschnitt	129
Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.	
§ 1. Erklärung.	
Kap. I. Allgemeines und Gedinge	129
§ 2. Gewinnbarkeit, Spannung, Härte. § 3. Grade der Gewinnbarkeit. § 4. Stellung der Gedinge. § 5. Generalgedinge. § 6. Prämiengedinge.	

§ 7. Eilgedinge. § 8. Massen- und Zollgedinge. § 9. Stückkohlen-
gedinge. § 10. Erlernen der Gedingestellung.

Kap. II. Häuer- oder Gewinnungsarbeiten 135

§ 11. Einteilung.

1. Wegfüllarbeit 135

§ 12. Anwendung. § 13. Gezähe. § 14. Leistungen.

2. Keilhauenarbeit 137

A. Handarbeit 137

§ 15. Anwendung. § 16. Gezähe. § 17. Die Keilhaue. § 18. Der Spitz-
hammer. § 19. Breithaue (Rodehaue). § 20. Der Schrämspieß. § 21.
Ausführung der Keilhauenarbeit.

B. Maschinenarbeit 144

§ 22. Allgemeines. § 23. Maschine von Turley. § 24. Maschine von
Hurd und Simpson. § 25. Maschinen von William Baird & Co.,
Johnston, Farrar, Booth, Johnson und Dipon. § 26. Die
Maschine von Carret, Marshall & Co. § 27. Lechner's
Schrämmaschine. § 28. Maschine von Firth und Donnisthorpe.
§ 29. Maschine von Schram. § 30. Maschine von Dubois und
François (Bosseyeuse). § 31. Die Maschine von Neuerburg
und Norris.

3. Arbeit mit Schlägel und Eisen 145

§ 32. Anwendung. § 33. Gezähe. § 34. Die Ausführung der Schlägel-
und Eisenarbeit.

4. Die Hereintreibarbeit 147

§ 35. Zweck. § 36. Gezähe. § 37. Die Ausführung der Hereintreibe-
arbeit.

5. Die Sprengarbeit 149

§ 38. Geschichtliches. § 39. Einteilung.

A. Herstellung der Bohrlöcher 149

a. Handarbeit 149

§ 40. Gezähe. § 41. Das Fäustel. § 42. Kolben-, Kronen- und Meißel-
bohrer. § 43. Der Schlangenbohrer. § 44. Der Krätzer oder Wischer.
§ 45. Die Schere oder Kluppe. § 46. Lettenbohrer, Bohrtrog, Bohr-
scheibe.

b. Maschinenarbeit 153

§ 47. Allgemeines.

I. Handbohrmaschinen 153

a. Stoßende Handbohrmaschinen 153

§ 48. Allgemeines.

β. Drehende Handbohrmaschinen 154

§ 49. Lisbeth'sche Maschine. § 50. Maschine von Loch in Zabrze.
§ 51. Maschine von Stanek und Reska. § 52. Andere drehende
Handbohrmaschinen.

II. Mechanische Bohrmaschinen 157

§ 53. Geschichtliches.

a. Stoßende mechanische Bohrmaschinen 158

§ 54. Luftkompressoren. § 55. Die Röhrenleitungen. § 56. Luftan-
sammler (Regulatoren). § 57. Allgemeines über Perkussionsbohr-
maschinen. § 58. Das Vorstoßen und Zurückziehen des Meißels.
§ 59. Das Umsetzen des Meißels. § 60. Das Vorrücken der Ma-
schine. § 61. Meißel und deren Befestigung. § 62. Maschine von

Sachs. § 63. Maschine von Dubois & François. § 64. Meyer- sche Maschine. § 65. Maschine von Schram und Mahler. § 66. Frölich'sche Maschine. § 67. Jäger'sche Maschine. § 68. Die Maschine von Osterkamp. § 69. Die Maschine von Burleigh. § 70. Ingersoll'sche Bohrmaschine. § 71. Die Maschine von Haupt. § 72. Die Maschine von Darlington. § 73. Reynold's Maschine. § 74. Die Maschine von Neill. § 75. Maschine von Broszmann und Kachelmann. § 76. Andere Maschinen. § 77. Gestelle. § 78. Tragbare Streckengestelle. § 79. Resultate der Arbeit mit stoßenden Bohrmaschinen.	
β. Drehende mechanische Bohrmaschinen	177
§ 80. Maschine von de la Roche-Tolay. § 81. Die Bohrmaschine von Brandt. § 82. Leistung der Brandt'schen Maschine. § 83. Vorzüge und Nachteile der Brandt'schen Bohrmaschine. § 84. Gesteins-Drehbohrmaschine nach E. Jarolimek. § 85. Maschine von Trautz.	
B. Das Wegthun der Bohrlöcher	181
§ 86. Gezähe und Materialien. § 87. Der Stampfer. § 88. Der Besatz. § 89. Die Schieß- oder Räumnadel. § 90. Sprengmaterialien. All- gemeines.	
a. <i>Sprengmaterialien aus festen Gemengteilen</i>	184
§ 91. Das Pulver. § 92. Gemengtes Pulver. § 93. Lithofrakteur. § 94. Das Haloxylin. § 95. Komprimiertes Pulver. § 96. Sprengsalpeter. § 97. Sprengpulver von Himly. § 98. Holzpulver. § 99. Andere Pulversorten. § 100. Die Entzündung aller Pulversorten.	
b. <i>Sprengmaterialien mit flüssigen Gemengteilen</i>	187
§ 101. Das Sprengöl. § 102. Dynamit. § 103. Das Dualin. § 104. Ver- besserter Lithofrakteur oder Lithofrakteur-Dynamit. § 105. Spreng- gelatine. § 106. Das Gelatinedynamit oder Dynamit (neu). § 107. Lignose. § 108. Schießbaumwolle.	
c. <i>Neuere Sprengmaterialien</i>	194
§ 109. Kinetit. § 110. Romit. § 111. Hellhoffit und Carbonit. § 112. Sonstige neuere Sprengstoffe.	
d. <i>Mechanische Arbeit und Kraftproben</i>	195
§ 113. Die mechanische Arbeit der Sprengstoffe. § 114. Kraftmesser für Sprengstoffe.	
e. <i>Sonstige Materialien und Apparate</i>	197
§ 115. Patronen. § 116. Die Zünderarten. § 117. Halm und Schwedel (Raketchen). § 118. Die Zündschnüre oder Sicherheitszünder. § 119. Zündhülsen. § 120. Die elektrische Zündung. § 121. Zündmaschi- nen. § 122. Die Zündmaschine von Abegg. § 123. Die Zünd- maschine von Mahler und Eschenbacher in Wien. § 124. Die Zündmaschine von Bornhardt. § 125. Die Leitungsdrähte. § 126. Der Zünder. § 127. Das Wegthun der Schüsse. § 128. Vorteile der elektrischen Zündung.	
C. Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit	204
§ 129. Erlernung und Beurteilung der Sprengarbeit. § 130. Ansetzen der Bohrlöcher. § 131. Verfahren bei der Handarbeit. § 132. Ver- fahren bei der Maschinenarbeit.	
D. Anhang	206
§ 133. Maschinen zum Auffahren ganzer Strecken. § 134. Gewinnungs- arbeit in schlagenden Wettern. § 135. Anzünden der Bohrlöcher.	

	Seite
§ 136. Ersatz für die Sprengkraft. § 137. Levet'scher Keil. § 138. Steinkohlen-Brechapparat von Walcher. § 139. Demanet-scher Keil.	
6. Das Feuersetzen	211
§ 140. Anwendung des Feuersetzens. § 141. Firstenbrand. § 142. Seitenbrand. § 143. Sohlenbrand.	
7. Arbeit mit Wasser	212
§ 144. Ausdehnende Wirkung. § 145. Auflösende Wirkung. § 146. Fortschaffende Wirkung.	
Litteratur	213
Deutsche Reichspatente	213
Dritter Abschnitt	215
Abbau der Lagerstätten	215
§ 1. Einleitung.	
A. Grubenbau	215
§ 2. Allgemeines.	
Kap. I. Stollen	216
§ 3. Erklärung und Zweck. § 4. Beispiele von größeren Stollenanlagen.	
§ 5. Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes. § 6. Benen-nungen. § 7. Regeln für die Anlage eines Stollens.	
Kap. II. Strecken	220
§ 8. Erklärung und Zweck.	
Kap. III. Schächte	221
§ 9. Zweck und Benennung. § 10. Richtschächte und tonnlägige Schächte. § 11. Querschnittsformen. § 12. Einteilung der Schacht-scheibe in Trümmer. § 13. Dimensionen der Trümmer. § 14. Zwill-ingsschächte. § 15. Wahl des Ansatzpunktes. § 16. Lage der Schacht-scheibe zu den Gebirgsschichten. § 17. Entfernung der Schächte.	
§ 18. Das Abteufen der Schächte. § 19. Abteufen bei gleichzeitiger Förderung. § 20. Beschleunigung des Schachtabteufens. § 21. Lei-stungen beim Schachtabteufen. § 22. Schachtabteufen mit Diamant-bohren. § 23. Beispiele von Schachttiefen.	
Kap. IV. Mafsregeln zur Sicherung der Baue gegen Wasser-durchbrüche	233
§ 24. Vorbohren. § 25. Sicherheitspfeiler.	
Kap. V. Ausrichtung und Vorrichtung	234
§ 26. Ausrichtung flach liegender Lager und Flötze. § 27. Ausrichtung von steil einfallenden Lagerstätten. Sohlenbildung. § 28. Zweck-mäßige Lage der oberen Sohle. § 29. Sohlenabstände und deren Bestimmung. § 30. Sohlenbildung von unten nach oben. § 31. Be-trieb der Vorrichtungsstrecken. § 32. Unterwerksbau.	
Kap. VI. Abbau	239
§ 33. Allgemeines. § 34. Einteilung der Abbaumethoden. § 35. Ein-fluß des Abbaues auf die Tagesoberfläche. § 36. Bemessung der Sicherheitspfeiler. § 37. Einfluß der Mächtigkeit der Zwischenmittel auf den Abbau.	
1. Abbaumethoden mit Bergeversatz	242
§ 38. Strossenbau. § 39. Allgemeines über Firstenbau.	

	Seite
<i>a. Firstenbau auf Gängen</i>	244
§ 40. Allgemeine Charakteristik. § 41. Feldortstreckenbetrieb. § 42. Umbruchstreckenbetrieb. § 43. Abbau mit Firstenmitteln. § 44. Vorrichtung des Firstenbaues durch Überbrechen. § 45. Betrieb der Stöße. § 46. Förderrollen. § 47. Verfüllen mit Bergen und Ausbau der Firsten. § 48. Seitenfirstenbau.	
<i>b. Firstenbau in Kohlenflötzen</i>	251
§ 49. Bedingungen für die Anwendbarkeit. § 50. Beschreibung. § 51. Stoßbau.	
<i>c. Querbau</i>	253
§ 52. Allgemeines. § 53. Allgemeines Beispiel. § 54. Querbau in Steinkohlenflötzen. § 55. Abbau im Staßfurter Kalisalzlager.	
<i>d. Strebbau</i>	258
§ 56. Allgemeines. § 57. Streichender Strebbau. § 58. Leistungen und Kosten. § 59. Schwebender Strebbau. § 60. Leistungen und Kosten. § 61. Diagonaler Strebbau. § 62. Abbau des Mansfelder Kupferschieferflötzes.	
<i>e. Strebbau mit Pfeilern</i>	264
§ 63. Allgemeine Charakteristik. § 64. Strebbau mit Pfeilern in England. § 65. Abbau im Beustflötze und Heinrichflötze bei Saarbrücken. § 66. Abbau in Obernkirchen. § 67. Rückbau langer Strebstöße in England.	
<i>f. Weitungsbau mit Bergeversatz</i>	268
§ 68. Weitungsbau im Rammelsberge bei Goslar.	
2. Abbaumethoden ohne Bergeversatz	268
§ 69. Allgemeines.	
<i>a. Pfeilerbau</i>	269
§ 70. Allgemeine Charakteristik des Pfeilerbaues. § 71. Regeln für den Pfeilerbau.	
<i>α. Streichender Pfeilerbau</i>	274
§ 72. Allgemeines. § 73. Ansetzen der Abbaustrecken. § 74. Bremsbergbetrieb. § 75. Rollochsbetrieb. § 76. Größe der Abbaufelder. § 77. Abbau der Pfeiler. § 78. Rauben der Zimmerung. § 79. Abbau der Pfeiler in den mächtigen Flötzen Oberschlesiens. § 80. Leistungen und Kosten.	
<i>β. Diagonaler und schwebender Pfeilerbau</i>	278
§ 81. Anwendbarkeit. § 82. Leistungen und Kosten.	
<i>γ. Beispiele von Pfeilerbau</i>	279
§ 83. Pfeilerbau in England. § 84. Pfeilerabbau auf Zeche Prosper in Westfalen.	
<i>δ. Pfeilerbau in Kohlenflötzen mit Bergemitteln</i>	283
§ 85. Geringe Mächtigkeit des Bergemittels. § 86. Größere Mächtigkeit des Bergemittels.	
<i>ε. Pfeilerabbau in Braunkohlenflötzen</i>	284
§ 87. Pfeilerabbau im Bezirke des Oberbergamtes Halle. § 88. Pfeilerabbau in Böhmen.	
<i>ζ. Pfeilerabbau mit Aufrechthaltung des Hangenden</i>	287
§ 89. Allgemeines. § 90. Örterbau. § 91. Pfeilerabbau mit Ausmauerung oder Bergeversatz. § 92. Örterbau auf Steinsalzlager.	

	Seite
<i>b. Stockwerksbau</i>	290
§ 93. Beschreibung.	
<i>c. Weitungsbau ohne Bergeversatz</i>	294
§ 94. Weitungsbau von unten nach oben. § 95. Säulen- oder Ulmenbau. § 96. Weitungsbau von oben nach unten.	
<i>d. Andere Abbaumethoden</i>	293
§ 97. Tummelbau. § 98. Duckelbau. § 99. Abbau von Butzen. § 100. Bruchbau. § 101. Etagenbruchbau. § 102. Eigentlicher Bruchbau. § 103. Stoppel- und Kuttbau. § 104. Sinkwerksbau. § 105. Einleitung des Betriebes. § 106. Wehre. § 107. Veröffnung der Sinkwerke. § 108. Versiedung.	
B. Tagebau	297
Kap. VII. Oberflächlicher Tagebau	297
§ 109. Allgemeines. § 110. Gräbereien. § 111. Seifenwerke.	
Kap. VIII. Aufdeckarbeit	299
§ 112. Kuhlenbau. § 113. Aufdeckarbeit von größerer Ausdehnung. § 114. Vorteile und Nachteile der Aufdeckarbeit. § 115. Allgemeine Regeln für Anlage und Betrieb eines Tagebaues. § 116. Wasserhaltung und Förderung. § 117. Beispiele von Tagebauen. § 118. Pingenbau.	
Litteratur	303
Vierter Abschnitt	305
Förderung	305
§ 1. Einleitung.	
A. Grubenförderung	306
I. Förderung in den Grubenbauen bis zum Schachte	306
1. Förderung auf wenig geneigten oder horizontalen Bahnen	306
§ 2. Allgemeines.	
Kap. I. Tragende und schleppende Förderung	307
§ 3. Tragende Förderung. § 4. Schleppende Förderung.	
Kap. II. Rollende Förderung	308
<i>a. Geräte</i>	308
§ 5. Einräderige Karren. § 6. Zweiräderige Karren. § 7. Hunde und Wagen. § 8. Mansfelder Strebräderhunde. § 9. Ungarischer Hund. § 10. Hund mit Spurnagel. § 11. Deutscher Hund. § 12. Englische Förderwagen. Allgemeines. § 13. Englische Förderwagen auf Erzgruben. § 14. Englische Förderwagen in Kohlengruben. § 15. Beispiele von Wagenkonstruktionen. § 16. Förderwagen mit schiefen Kasten. § 17. Gestellwagen. § 18. Bühnenwagen. § 19. Kippwagen. § 20. Muldenwagen. § 21. Räder. § 22. Achsen. § 23. Schmierer der Wagen.	
<i>b. Förderbahnen</i>	322
§ 24. Deutsches Gestänge. § 25. Spurweite. § 26. Englischs Gestänge. — Geschichtliches. § 27. Hölzernes Gestänge. § 28. Eiserne Gestänge. § 29. Flügelschienen. § 30. Befestigung der Flügelschienen auf eisernen Schwellen. § 31. Runde gewalzte Schienen. § 32. Befestigung der Flügelschienen auf der Sohle. § 33. Sonstige Regeln für das Legen der Schienen. § 34. Neigung der Förderbahnen. § 35.	

Neigung der Förderbahnen für selbständiges Abrollen der Wagen.
§ 36. Hängende Förderbahnen.

c. Bahnwechsel 330

§ 37. Feste Weichen. § 38. Zungenweichen. § 39. Stoßweichen. § 40.
Drehscheiben. § 41. Wendeplätze.

Kap. III. Förderkräfte und Leistungen 334

§ 42. Förderung mit Menschen. § 43. Pferdeförderung. § 44. Pferde-
ställe unter Tage. § 45. Leistung und Kosten der Pferde- und
Schlepperförderung. § 46. Allgemeines über maschinelle Strecken-
förderung. § 47. Förderung mit Vorder- und Hinterseil. § 48. För-
derung aus Nebenstrecken. § 49. Förderung mit Seil und Gegenseil.
§ 50. Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende. § 51. Förderung
mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseile (Verbindungsseile).
§ 52. Förderung mitschwebender Kette. § 53. Leitungsrollen. § 54.
Lokomotivförderung. § 55. Honigmann's feuerlose Lokomotive.
§ 56. Luftlokomotiven. § 57. Elektrische Lokomotiven. § 58. Lei-
stungen und Selbstkosten bei Streckenförderung im allgemeinen.

Kap. IV. Schiffsförderung 353

§ 59. Anwendbarkeit und Einrichtung der Schiffsförderung.

2. Abwärts gehende Förderung 354

Kap. V. Bremsberge 354

§ 60. Allgemeines über Bremsberge. § 61. Bremsgestelle. § 62. Gegen-
gewichte. § 63. Bremshaspel. § 64. Zweitrümmige Bremsberge.
§ 65. Einrümmige Bremsberge. — Allgemeines. § 66. Einrümmige
Bremsberge mit nebenlaufendem Gegengewichte. § 67. Einrüm-
mige Bremsberge mit unterlaufendem Gegengewichte. § 68. Brems-
bergförderung mit Kette ohne Ende. § 69. Verschluß der Brems-
berge. § 70. Bremsschächte. § 71. Seile und Ketten beim Brems-
bergbetriebe. § 72. Ausnutzung der Bremskraft.

3. Aufwärts gehende Streckenförderung 366

§ 73. Allgemeines.

Kap. VI. Verschiedene Methoden der aufwärts gehenden Streckenförderung 368

§ 74. Doppelt wirkende geneigte Förderung. § 75. Einfach wirkende
geneigte Förderung. § 76. Geneigte Förderung mit Seil oder Kette
ohne Ende. § 77. Förderkräfte.

II. Schachtförderung 369

§ 78. Allgemeines.

1. Apparate 370

Kap. VII. Seile, Ketten und Bänder 370

§ 79. Geschichtliches. § 80. Hanf- und Aloëseile. § 81. Ketten. § 82.
Drahtseile. § 83. Stärke der Drähte. § 84. Anzahl der Drähte und
Litzen. § 85. Gewicht und Tragfähigkeit der Seile. § 86. Verjüngte
Seile. § 87. Vergleich der Drahtseile aus Eisen, Stahl und Bronze.
§ 88. Mittel zur Schonung der Seile. § 89. Verbindung der Seile mit
dem Fördergefäße. § 90. Verbindung gerissener Seile. § 91. Metall-
bänder an Stelle der Förderseile.

	Seite
Kap. VIII. Fördergefäße, sowie Vorrichtungen zum Leiten, Füllen und Entleeren derselben	379
<i>a. Schachtfördergefäße</i>	<i>379</i>
§ 92. Kübel und Tonnen. § 93. Füllörter. § 94. Rädertonnen. § 95. Kesselförmiges Gefäß mit Klappe.	
<i>b. Gefäße, welche ohne Fördergestelle zur Strecken- und Schachtförderung gebraucht werden</i>	<i>383</i>
§ 96. Wagen. § 97. Kasten. § 98. Andere Methoden zum Entleeren der Tonnen und Kübel.	
<i>c. Fördergestelle und deren Leitungen</i>	<i>384</i>
§ 99. Fördergestelle. § 100. Leitungsvorrichtungen an den Fördergestellen. § 101. Befestigung der Wagen in den Fördergestellen. § 102. Selbstthätige Auswechselung der Wagen auf den Förder- schalen. § 103. Verschuß der Gestelle oben und an den Seiten. § 104. Verbindung der Gestelle mit dem Seile. § 105. Hölzerne Lei- tungen. § 106. Leitungen aus Eisenschienen. § 107. Leitungen aus Drahtseilen.	
Kap. IX. Aufsetzen der Förderkörbe	392
§ 108. Allgemeines. § 109. Aufsatzvorrichtung mit drehbaren Stützen. § 110. Vorrichtungen zum Aufhängen der Förderkörbe. § 111. Riegel. § 112. Hydraulische Schachtfallen von Frantz. § 113. Hydraulische Schachtfallen von Rosenkranz. § 114. Schachtfalle von Och- wadt. § 115. Schachtfalle mit Kniehebel von Stauss. § 116. Sonstige Schachtfallen mit Kniehebeln.	
Kap. X. Sonstige Einrichtungen bei der Gestelleförderung	400
§ 117. Abschwächung des Stoßes beim Aufsetzen des unteren Gestelles. § 118. Verhütung des Überwindens über die Seilscheibe. § 119. Schachtverschluß. § 120. Wetterdichte Schachtverschlüsse. § 121. Abfertigen der Fördergestelle. § 122. Förderung mit mehrbödigen Gestellen. § 123. Kontrollevorrichtungen. § 124. Signale.	
2. Maschinen mit Zubehör	414
Kap. XI. Haspelförderung	414
§ 125. Haspel mit und ohne Vorgelege	
Kap. XII. Göpelförderung	412
§ 126. Allgemeines. § 127. Pferdegöpel. § 128. Hydraulische Göpel. § 129. Dampfgöpel.	
Kap. XIII. Seilscheiben und Fördergerüste	413
§ 130. Seilscheiben. § 131. Förder- oder Seilscheibengerüste.	
Kap. XIV. Seilkörbe	416
§ 132. Allgemeines. § 133. Cylindrische Treibkörbe für Rundseile.	
Kap. XV. Ausgleichung des Seilgewichtes	417
§ 134. Allgemeines. § 135. Förderung mit Unterseil. § 136. Förderung mit Ausgleichseil nach Lindenberg und Meinicke. § 137. Bau- mann'sche Seilklemme. § 138. Ausgleichung durch Gewichte. § 139. Konische Treibkörbe. § 140. Spiralkörbe. § 141. Bobinen. § 142. Zusammenstellung.	

	Seite
Kap. XVI. Besondere Fördermethoden	424
§ 143. Koepe'sche Fördermethode. § 144. Pneumatische Förderung.	
§ 145. Kette ohne Ende. — Gestängeförderung.	
B. Tagesförderung	428
Kap. XVII. Förderung bis zur Sturzbühne und Entleeren der Förderwagen	428
§ 146. Rücklaufbahnen. § 147. Kettenförderung. § 148. Pferde, Lokomotiven und andere Einrichtungen. § 149. Entleeren der Förderwagen ohne Sturzvorrichtung. § 150. Sturz- und Kreiselwipper. § 151. Fahrbare Wipper. § 152. Bewegen der Eisenbahnwagen.	
Kap. XVIII. Förderung der Berge	432
§ 153. Anwendung von Bergerollen und Seilbahnen.	
Kap. XIX. Drahtseilbahnen	433
§ 154. Allgemeines. § 155. Drahtseilbahnen mit einem Seile ohne Ende. § 156. Drahtseilbahnen mit Treibseil und Leitseil. § 157. Drahtseilbahnen mit elektrischem Betriebe.	
Kap. XX. Beleuchtung der Tagesanlagen	438
§ 158. Lampen und Leuchtkörbe. § 159. Elektrisches Licht. § 160. Leuchtöfen.	
Litteratur	440
Deutsche Reichspatente	440
Fünfter Abschnitt	442
Fahrung	442
§ 1. Einleitung.	
Kap. I. Fahrung ohne Maschinenkraft	442
§ 2. Stiegen oder Treppen. § 3. Rutschen oder Rollen. § 4. Fahrten.	
Kap. II. Fahrkünste	445
§ 5. Allgemeines. § 6. Doppeltrümmige Fahrkünste. § 7. Eintrümmige Fahrkünste. § 8. Kombiniertes System. § 9. Andere Systeme von Fahrkünsten. § 10. Hölzernes Gestänge. § 11. Gestänge von Drahtseilen. § 12. Gestänge von Walzeisen. § 13. Führungen und Fangvorrichtungen. § 14. Anbringen der Fahrten.	
Kap. III. Fahrung im Förderschachte	450
§ 15. Seilfahrung in Schächten.	
A. Fangvorrichtungen	454
§ 16. Allgemeines. § 17. Einteilung der Fangvorrichtungen. § 18. Weniger gebräuchliche Fangvorrichtungen.	
a. <i>Fangvorrichtungen mit plötzlicher Wirkung für Holzleitung</i>	454
§ 19. Die Fangvorrichtungen nach dem System Fontaine. § 20. Fangvorrichtung von Lohmann und Calow. § 21. System White und Grant. § 22. Gezahnte Räder. § 23. Fangvorrichtung von Hohendahl.	
b. <i>Allmählich fangende Vorrichtungen für hölzerne und eiserne Leitungen</i>	458
§ 24. Apparat auf den Zechen Roland und Concordia b. Oberhausen. § 25. Apparat von Zeche Prosper in Westfalen. § 26. Nyst's Fang-	

vorrichtung. § 27. Trennung des Kolbens von der Fangvorrichtung.
 § 28. Keilfangvorrichtungen. § 29. Die Fangvorrichtung von Ben-
 ninghaus zu Sterkrade. § 30. Cousin'scher Fangapparat. § 31.
 Die Fallbremse des Maschinenfabrikanten Hoppe in Berlin. § 32.
 Die amerikanische Pendelfangvorrichtung von William Sellers
 & Co. in Philadelphia. § 33. Die Fangvorrichtung von Koepe.
 § 34. Fangvorrichtung von Busse.

c. Fangvorrichtungen für Drahtseilleitungen 466
 § 35. Die Fangvorrichtung von Solfrian.

*B. Sonstige Einrichtungen für Fahrung im Förder-
 schachte* 467
 § 36. Vorrichtung zum Kontrollieren der Fördergeschwindigkeit. § 37.
 Fahrung mittelst verdünnter Luft.

**Kap. IV. Leistungen der verschiedenen Fahrmethoden und
 Vergleichung derselben** 468

§ 38. Vergleich zwischen Fahrten und Fahrkünsten. § 39. Vergleich
 zwischen Fahrkünsten und Seilfahrung.

Litteratur 470

Deutsche Reichspatente 470

Sechster Abschnitt 471

Grubenausbau 471

§ 1. Allgemeines.

A. Zimmerung oder Ausbau in Holz 472

Kap. I. Material und Gezähe 472

§ 2. Die verschiedenen Holzarten. § 3. Dauer des Holzes. § 4. Um-
 stände, von denen die Dauer des Holzes abhängt. § 5. Zersetzung
 des Holzes. § 6. Entfernen der Säfte und Aufbewahrung des Holzes.
 § 7. Erhaltung des Holzes durch Zuführen frischer Wetter, Anstrei-
 chen und Verkohlen. § 8. Bewässerung. § 9. Äußerliche Anwendung
 von Kochsalzlösung. § 10. Umänderung der Säfte durch Tränken
 des Holzes mit Salzlösungen u. s. w. § 11. Gezähe.

Kap. II. Zimmerung in Strecken 479

§ 12. Thürstockszimmerung. § 13. Polnische Thürstockszimmerung.
 § 14. Schwedische Thürstockszimmerung. § 15. Deutsche Thür-
 stockszimmerung. § 16. Verziehung der Felder und Verbindung der
 Thürstöcke unter sich. § 17. Herstellen der Thürstöcke.

Kap. III. Zimmerung in Abbauen 484

§ 18. Allgemeines. § 19. Stempelzimmerung. § 20. Rauben der Zim-
 merung. § 21. Firsten- und Strossenkasten.

Kap. IV. Zimmerung in Schächten 488

§ 22. Allgemeines. § 23. Schrotzimmerung. § 24. Bolzenschrotzimme-
 rung. § 25. Brechen der Jöcher. § 26. Legen der Gevierte. § 27.
 Das Einbringen der Wandruten. § 28. Das Verstempeln. § 29. Ver-
 zimmerung in flachen Schächten. § 30. Reifenschächte.

	Seite
Kap. V. Getriebezimmerung	493
<i>a. Getriebearbeit in Strecken</i>	493
§ 31. Thürostocksgetriebe. § 32. Regeln für die Getriebearbeit. § 33. Älteres Verfahren bei schwimmendem Gebirge. § 34. Verkeilen des Ortstoßes. § 35. Anwendung gußeiserner Kasten. § 36. Getriebe mit eisernen Bogen.	
<i>b. Getriebearbeit in Schächten</i>	497
§ 37. Allgemeines. § 38. Sinking by piling. § 39. Verwahren der Schachtsohle. § 40. Herstellen eines Vorgestümpfes.	
B. Ausbau in Eisen	499
§ 41. Material.	
Kap. VI. Eisenausbau in Strecken	499
§ 42. Verschiedene Arten der Anwendung des Eisens als Kappe. § 43. Ausbau größerer Räume mit eisernen Kappen. § 44. Streckenbogen. § 45. Kosten des Ausbaues mit Streckenbogen. § 46. Ausbau größerer Räume mit Bogen. § 47. Ausbau in Gußeisen. § 48. Eisenausbau in Saarbrücken. § 49. Eisenausbau auf den Gruben Neu-Iserlohn und Glückauf in Westfalen. § 50. Eisenausbau in Gouley bei Aachen. § 51. Verwendbarkeit des Eisenausbau.	
Kap. VII. Eisenausbau in Schächten	505
§ 52. Eisenausbau in den neuen Saarbrücker Schächten. § 53. Kosten des Ausbaues mit eisernen Ringen und Leistungen beim Abteufen. § 54. Einfluß des sauren Wassers.	
C. Mauerung oder Ausbau in Stein	509
Kap. VIII. Material	509
§ 55. Allgemeines.	
<i>a. Steine</i>	509
§ 56. Natürliche Steine. § 57. Künstliche Steine.	
<i>b. Der Mörtel</i>	510
§ 58. Luftmörtel. § 59. Hydraulischer Mörtel. § 60. Traßmörtel. § 61. Wasserkalke. § 62. Natürlicher oder Romanzement. § 63. Künstlicher oder Portlandzement. § 64. Beton.	
Kap. IX. Mauerung in Strecken und Abbauen	513
§ 65. Mauerungsarten. § 66. Scheibenmauerung in Füllörter, Hauptquerschlägen u. s. w. § 67. Gewölbemauerung. § 68. Tragewerk und Wasserseige. § 69. Mauerstärke und verlorene Zimmerung.	
Kap. X. Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten	516
§ 70. Allgemeines. § 71. Mauerung aus einem Stücke. § 72. Absatzweise Ausmauerung. § 73. Kosten des absatzweisen Ausmauerns und Leistungen.	
D. Wasserdichter Ausbau	521
§ 74. Allgemeines.	
Kap. XI. Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit mäßigem Wasserreichtum	522
<i>a. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Holz</i>	522
§ 75. Beschreibung des Verfahrens. § 76. Einbringen der Keilkränze. § 77. Aufsetzen der Cuvelagekränze und Betonieren. § 78. Ein-	

	Seite
bringen des Anschlußkranzes. § 79. Beendigung der Arbeit. § 80. Andere Arten des wasserdichten Ausbaues in Holz.	
<i>b. Wasserdichter Ausbau in Gufseisen</i>	524
§ 81. Beschreibung des Verfahrens. § 82. Keilkränze. § 83. Tubbings. § 84. Verdichten der Fugen. § 85. Kommunikation des Wassers in den verschiedenen Absätzen. § 86. Dimensionen der Aufsatzkränze. § 87. Wasserhaltung. § 88. Anbringen der Lager und Leitungen. § 89. Auswechseln gebrochener Segmente. § 90. Schutz gegen saure Wasser und Rost.	
<i>c. Wasserdichte Ausmauerung</i>	528
§ 91. Allgemeines. § 92. Verlorener Ausbau. § 93. Steine und Mörtel. § 94. Form der Schächte. § 95. Mauerstärke. § 96. Mauerverband. § 97. Mauerfuß. § 98. Arbeitsbühne. § 99. Regeln für die Auf- mauerung. § 100. Erhärten der Mauer. § 101. Abteufpumpen. § 102. Cuvelage aus Bruchsteinen.	
Kap. XII. Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen. — Bohrschächte	534
§ 103. Allgemeines und Geschichtliches.	
<i>a. Bohrschächte nach dem Systeme Kind-Chaudron</i>	535
§ 104. Einrichtungen und Apparate über Tage. § 105. Bohrer. § 106. Schlammlöffel. § 107. Gestänge. § 108. Sonstige Einrichtungen. § 109. Die Cuvelage. § 110. Aufhängen und Senken der Cuvelage. § 111. Gleichgewichtsboden. § 112. Gleichgewichtsröhre. § 113. Moosbüchse. § 114. Verfahren beim Senken. § 115. Betonieren. § 116. Fertigstellung des Schachtes. § 117. Verändertes Kind- Chaudron'sches Verfahren. § 118. Schlußbemerkungen.	
<i>b. Bohrschächte nach dem Systeme Lippman & Co. in Paris</i>	544
§ 119. Apparate und Einrichtungen zum Bohren. § 120. Das Löffeln. § 121. Einbringen der Cuvelage. § 122. Einführen von Wasserballast. § 123. Betonieren.	
<i>c. Kosten der Bohrschächte und Leistungen beim Abbohren</i>	547
§ 124. Vergleich der Methoden unter sich und mit gewöhnlichem Ab- teufen. § 125. Weitere Beispiele von den Kosten der Bohrschächte. § 126. Allgemeine Vorteile der Bohrschächte.	
Kap. XIII. Wasserdichter Ausbau in wasserreichem, rolligem Gebirge. — Senkschächte	549
§ 127. Allgemeines. § 128. Abteufen mit Wasserhaltung. § 129. Ab- teufen in toten Wassern. § 130. Gestänge. § 131. Motoren für das Drehen des Sackbohrers. § 132. Einrichtungen über Tage. § 133. Material für den Ausbau. § 134. Weite und Form der Senkschächte. § 135. Sinken des Ausbaues.	
<i>a. Gemauerte Senkschächte</i>	554
§ 136. Der Rost und die Verankerung. § 137. Bretterschalung. § 138. Mantel von Eisenblech. § 139. Anbringen der Schachthölzer. § 140. Abteufpumpen. § 141. Gemauerter Senkschacht auf dem Bernsteinbergwerke bei Nortyken. § 142. Mauerstärke und Kosten.	

<i>b. Gufseiserne Senkschächte</i>	559
§ 143. Allgemeines. § 144. Verfahren auf Zeche Deutscher Kaiser.	
§ 145. Weitere Beispiele von Dimensionen der Senkschächte.	
<i>c. Senkschächte aus Eisenblech</i>	564
§ 146. Allgemeines. § 147. Dimensionen und Gewicht der Cylinder.	
§ 148. Einpressen des Ausbaues. § 149. Bohrarbeit.	
<i>d. Senkschächte von Holz</i>	562
§ 150. Faßform. § 151. Jochartige Form. § 152. Verfahren von Guibal.	
<i>e. Anwendung der komprimierten Luft beim Abteufen der Senkschächte</i>	563
§ 153. Allgemeines. § 154. Luftschleuse. § 155. Verfahren beim Arbeiten mit der Luftschleuse. § 156. Die Einwirkungen der komprimierten Luft auf den menschlichen Organismus.	
<i>f. Abschluß des Fußes der Senkschächte</i>	563
§ 157. Abschluß ohne besondere Vorkehrungen. § 158. Abschluß bei fester, unebener Sohle. § 159. Weitere Sicherung des Fußes.	
<i>g. Neueste Methoden des Abteufens in Schwimmsand</i>	567
§ 160. Verfahren von Poetsch. § 161. Verfahren von Haase.	
Litteratur	569
Deutsche Reichspatente	570

Sechster Abschnitt 571

Wasserhaltung 571

§ 1. Einleitung.

A. Wassergewältigung 572

Kap. I. Feststehende Pumpen 572

- § 2. Allgemeines. § 3. Arten der Pumpen. § 4. Beutelpumpen. § 5. Saugpumpen. § 6. Hubpumpen. § 7. Störungen an den Saug- und Hubpumpen. § 8. Druckpumpen. § 9. Gang der Druckpumpen. § 10. Doppelt wirkende Pumpen. § 11. Differentialpumpen oder verjüngte Pumpen. § 12. Vereinigte Pumpensätze. § 13. Perspektivpumpen von Althans und Rittinger. § 14. Rittingsätze mit Gestänge. § 15. Fahrbare tonnlägige Rittingerpumpen. § 16. Vorteile der doppelt wirkenden Pumpen. § 17. Entlüftungsventil. § 18. Ventilkasten. § 19. Ventilthüren. § 20. Vorrichtungen zum Öffnen und Schließen der Ventilthüren. § 21. Sicherheitsventile. § 22. Windkessel. § 23. Verlagerung der Pumpen. § 24. Gemauerte Fundamente. § 25. Hölzerne Pumpenlager. § 26. Keillager. § 27. Gußeiserne Träger. § 28. Schmiedeeiserne Träger. § 29. Freitragende Lager. § 30. Verlagerung der Steigeröhren. § 31. Anordnung der Drucksätze. § 32. Einbau der Pumpen. § 33. Einrichtung der Sumpfstrecken.

Kap. II. Pumpenröhren 594

- § 34. Steigeröhren. § 35. Weite der Steigeröhren. § 36. Länge und Wandstärke. § 37. Verbindung der Steigeröhren. § 38. Dichtungen. § 39. Kolbenröhren. § 40. Saugröhren. § 41. Schutz der Pumpenröhren gegen Zerstörung durch saure Wasser.

	Seite
Kap. III. Kolben	600
§ 42. Allgemeines.	
<i>a. Durchbrochene Kolben</i>	600
§ 43. Scheibenkolben. § 44. Trichter- oder Beutelkolben. § 45. Stulpkolben. § 46. Kolben mit Ring- oder Rinnenladerung. § 47. Verschiebbare Kolben mit Ringladerung.	
<i>b. Massive Kolben</i>	603
§ 48. Massive Kolben mit Ledermanschetten. § 49. Massive Kolben mit Hanfladerung. § 50. Massive Kolben mit Metalladerung. § 51. Plungerkolben.	
Kap. IV. Ventile	606
§ 52. Allgemeines. § 53. Kegelveile. § 54. Tellerveile. § 55. Kugelveile. § 56. Klappenventile. § 57. Doppelsitzventile. § 58. Kombination von Klappen- und Tellerveilen. § 59. Pyramiden- oder Etagenventile. § 60. Verschiedene andere Ventilarten.	
Kap. V. Gestänge	614
§ 61. Allgemeines. § 62. Widerstand des Druckpumpengestänges beim Niedergange. § 63. Holzgestänge. § 64. Geradföhrung der Holzgestänge. § 65. Fangvorrichtungen und Fanglager. § 66. Verbindung des Gestänges mit dem Kolben. § 67. Eiserne Gestänge. § 68. Eisengestänge für Zug. § 69. Föhrung der runden Gestänge und Verbindung mit dem Mönchskolben. § 70. Drahtseilgestänge. § 71. Eisengestänge für Zug und Druck. § 72. Föhrungen. § 73. Übergabelung und Verbindung mit dem Mönchskolben. § 74. Hydraulisches Schachtgestänge.	
Kap. VI. Regulierung des Gestängegewichtes	628
§ 75. Allgemeines. § 76. Die steifen Balanciers. § 77. Hydraulische Balanciers. § 78. Ausgleichung durch Hinterwassersäulen. § 79. Pneumatischer Balancier. § 80. Ausgleichung durch Doppelgestänge. § 81. Regeneratoren. § 82. Bochholz'scher Gewichtsregenerator. § 83. Pneumatischer Regenerator. § 84. Hydraulischer Regenerator mit Mönchskolben.	
Kap. VII. Gestänge in gebrochenen Schächten, sowie für horizontale und schwach geneigte Richtung	633
§ 85. Bruchschwingen. § 86. Betrieb von Pumpen in Nebenschächten mittels Seilübertragung. § 87. Wasserübertragung für Pumpen in Nebenschächten. § 88. Luftübertragung für Pumpen in Nebenschächten. § 89. Feldgestänge, Kunstkreuze und Seilübertragung.	
Kap. VIII. Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen	637
§ 90. Allgemeines. § 91. Rotierende Maschinen. § 92. Rotierende Wassersäulenmaschinen. § 93. Wassersäulenmaschine der Zeche Prinz Regent bei Bochum. § 94. Nicht rotierende unterirdische Wasserhaltungsmaschinen. § 95. Kondensation. § 96. Ventile. § 97. Windkessel. § 98. Umhüllung der Dampfrohren.	
Kap. IX. Abteufpumpen	646
§ 99. Allgemeines. § 100. Feste Abteufpumpen mit Schläucher. § 101. Bewegliche Abteufpumpen mit Schläucher. § 102. Bewegliche Abteufpumpen ohne Schläucher.	

	Seite
Kap. X. Andere Mittel zur Wasserhaltung	649
§ 103. Allgemeines. § 104. Wasserhebung mit Eimern und Schaufeln.	
§ 105. Strahlpumpe. § 106. Montejus. § 107. Pulsometer. § 108.	
Siphonoid. § 109. Heber. § 110. Wasserhebung am Förderseile.	
B. Verdämmung	657
Kap. XI. Verdämmung in Strecken	657
§ 111. Allgemeines. § 112. Stehende Balkendämme. § 113. Liegende	
Balkendämme. § 114. Keilverspündungen. § 115. Massive Mauer-	
körper. § 116. Cylinder- und Kugeldämme. § 117. Dammthüren.	
Kap. XII. Verdämmung in Schächten	664
§ 118. Hölzerne Verdämmung. § 119. Gemauerte Dämme.	
Litteratur	665
Deutsche Reichspatente	665
Achter Abschnitt	667
Wetterlehre	667
Einleitung	667
§ 1. Wetter und Wetterlehre.	
A. Die schlechten Wetter	667
Kap. I. Entstehung und Arten der schlechten Wetter	667
§ 2. Entstehung der schlechten Wetter. § 3. Luftverbrauch in der	
Grube. § 4. Chemisches Temperament einer Grube. § 5. Matte	
Wetter. § 6. Böse Wetter. § 7. Gasarten. § 8. Kohlensäure. § 9.	
Kohlenoxydgas. § 10. Schwefelwasserstoffgas. § 11. Schlagende	
Wetter. § 12. Vorkommen des Grubengases. § 13. Gasausströmung	
in Braunkohlengruben. § 14. Austritt des Grubengases. § 15. Die	
bei der Explosion schlagender Wetter entstehenden Gase. § 16. Ein-	
fluß des Barometerstandes. § 17. Gasproben und deren Analyse.	
§ 18. Rückschlag. § 19. Einfluß des Kohlenstaubes und Verhalten	
der stärkeren Sprengmaterialien beim Sprengen. § 20. Anwendung	
von Wasserbesatz.	
Kap. II. Mittel zum Erkennen schlagender Wetter	684
§ 21. Abprobieren. § 22. Wetterzeichen. § 23. Endosmose und Exos-	
mose. § 24. Patent-Gasindikator von Liveing. § 25. Gasentdecker	
(detector) von W. E. Garforth.	
Kap. III. Mittel zur Beseitigung böser Wetter	685
§ 26. Allgemeines. § 27. Körner'scher Apparat.	
B. Wetterversorgung	686
Kap. IV. Zirkulation der Wetter in den Grubenbauen	686
§ 28. Allgemeines. § 29. Wettermenge. § 30. Einfluß des Querschnittes	
und der Reibung. § 31. Depression. § 32. Druckmesser. § 33. Gleich-	
wertige Öffnung.	

Kap. V. Mittel zur Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges 694

- § 34. Abschreiten mit einem offenen Lichte. § 35. Anzünden von Pulver. § 36. Anemometer. § 37. Pendelanemometer von Dickinson. § 38. Biram's Anemometer. § 39. Casella's Anemometer. § 40. Das Anemometer von H. Recke. § 41. Anemometer von Robinson. Wetterstationen.

Kap. VI. Natürliche Wetterversorgung 696

- § 42. Entstehung und Umsetzen des natürlichen Wetterzuges. § 43. Konstanter natürlicher Wetterzug.

Kap. VII. Künstliche Wetterversorgung 697

- § 44. Allgemeines.

a. Ventilation einzelner Grubenbaue (Sonderventilation) bei Abwesenheit schlagender Wetter 697

- § 45. Wetterhut. § 46. Wassertrommel. § 47. Der Harzer Wettersatz. § 48. Benutzung eines Wasserstrahles. § 49. Handventilatoren. — Allgemeines. § 50. Wettertrommeln. § 51. Rittinger'sche Wettertrommel. § 52. Doppelte Wettertrommeln. § 53. Pelzer'scher Ventilator. § 54. Kapselrad-Grubenventilator. § 55. Turbinenventilator. § 56. Universalventilatoren von Humboldt. § 57. Ventilator von Root (Root's blower).

b. Ventilation einzelner Grubenbaue (Sonderventilation) bei Anwesenheit von schlagenden Wettern 704

- § 58. Allgemeines. § 59. Ältere Ventilation der Abbaustrecken. § 60. Sonderventilation mit Lutten auf Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg. § 61. Anwendung von Druckluft. § 62. Anwendung von Strahlapparaten. § 63. Sonderventilation von v. Steindell. § 64. Verluste in der Rohrleitung und Teilung der Wetter. § 65. Kosten der Sonderventilation. § 66. Vereinigung des von Steindell'schen Systems mit der direkten Verwendung von Druckluft. § 67. Strahlapparate mit gepreßtem Wetter.

c. Ventilation ganzer Grubengebäude 711

- § 68. Allgemeines.

α. Verdünnung der ausziehenden Wetter durch Erwärmung 713

- § 69. Das Kesseln. § 70. Wetteröfen. § 71. Einrichtung der Wetteröfen. § 72. Wetteröfen auf der Grube Heinitz. § 73. Wetteröfen von Lund-Hill. § 74. Ofen von Eppleton. § 75. Vermehrung der Wettermenge durch Temperaturerhöhung. § 76. Erwärmung durch Wasserdampf. § 77. Körting's Dampfstrahlventilatoren.

β. Verdünnung des ausziehenden Wasserstromes durch saugende Ventilatoren 717

- § 78. Wettermaschinen.

I. Zentrifugalventilatoren 717

- § 79. Allgemeines. § 80. Form und Stellung der Flügel. § 81. Ventilator von Combes. § 82. Ventilator von Gallez. § 83. Ventilator von C. W. Moritz in Neustadt a/R. § 84. Ventilator von Rittinger. § 85. Ventilator von Geißler. § 86. Ventilator von Letoret. § 87. Ventilator von Guibal. § 88. Ventilator von Harzé. § 89. Ventilator von Kraft. § 90. Ventilator von Guibal-Beer. § 91. Ventilator von Winter. § 92. Ventilator von Schiele. § 93. Ventilator

von Kley. § 94. Ventilator von Lambert. § 95. Ventilator von Waddle. § 96. Peripheriegeschwindigkeit der englischen Ventilatoren. § 97. Leistung und Kraftverbrauch westfälischer Ventilatoren.

II. Wetterräder 728

§ 98. Allgemeines. § 99. Fabry'sches Wetterrad. § 100. Ventilator von Lemielle. § 101. Ventilator von Evrard.

III. Kolbenmaschinen 730

§ 102. Allgemeines. § 103. Kolbenmaschine auf Navigation Colliery in Wales.

IV. Glockenmaschinen 730

§ 104. Allgemeines.

V. Schraubenventilatoren 730

§ 105. Allgemeines. § 106. Schraubenventilator von Pelzer. § 107. Manometrische Leistung.

Kap. VIII. Vergleich zwischen Wetteröfen und Ventilatoren 734

§ 108. Vorteile der Wetteröfen. § 109. Nachteile der Wetteröfen. § 110. Bedingungen für hohe Leistung bei Wetteröfen und Ventilatoren.

C. Wetterführung 735

Kap. IX. Einrichtungen und Apparate zur Wetterführung . 735

§ 111. Aufgabe der Wetterführung. § 112. Regeln für eine gute Wetterführung. § 113. Teilung des Wetterstromes. § 114. Mittel zur Führung des Wetterstromes. § 115. Wetterthüren. § 116. Wettergardinen. § 117. Wetterthüren zur Teilung des Wetterstromes. § 118. Sicherheits- und Rettungsthüren. § 119. Wetterlütten. § 120. Wetterscheider. § 121. Wetterdämme. § 122. Wetterbrücken. § 123. Verschuß der Wetterschächte.

D. Beleuchtung der Grubenräume. — Fahrung in bösen Wetter. — Grubenbrand. 742

Kap. X. Arten der Beleuchtung 742

§ 124. Stationäres Licht. § 125. Die elektrische Beleuchtung. § 126. Tragbare Beleuchtung.

Kap. XI. Wetterlampen 744

§ 127. Theorie der Wetterlampen. § 128. Allgemeine Grundsätze. § 129. Luftzuführung. § 130. Lampe von Davy. § 131. Verbesserung der Davy-Lampe. § 132. Lampe von Upton und Roberts. § 133. Lampe von Clanny. § 134. Westfälische Lampe. § 135. Lampe von Stephenson. § 136. Lampe von Müseler. § 137. Lampe von Marsaut. § 138. Wienpahl's Wetterlampe. § 139. Lampe von Herold. § 140. Protector-Lampen. § 141. Wolf's Benzinlampe. § 142. Andere Konstruktionen. § 143. Trouvé's tragbare elektrische Lampe. § 144. Verschuß der Wetterlampen. § 145. Schröder's Patentverschuß. § 146. Magnetischer Verschuß. § 147. Andere Verschlüsse. § 148. Wartung der Wetterlampen. § 149. Anzünden erloschener Wetterlampen. § 150. Schlußbemerkungen.

	Seite
Kap. XII. Grubenbrand	764
§ 151. Entstehung durch Anbrennen der Zimmerung. § 152. Entstehung durch Explosion schlagender Wetter. § 153. Entstehung durch Selbstentzündung der Kohle. § 154. Ursachen der Selbstentzündung. § 155. Einfluß des Nebengesteins auf Grubenbrände. § 156. Branddämme. § 157. Bretterdämme. § 158. Chemische Mittel zum Löschen der Grubenbrände. § 159. Erstickung durch Wasser. § 160. Erstickung durch Absperren der Schächte. § 161. Selbstentzündung der Kohle in Beständen.	
Kap. XIII. Fahrung in bösen Wettern	764
§ 162. Die Maske von Pilatre de Rozier. § 163. Maske von Humboldt. § 164. Galibert's Respirationsapparat. § 165. Apparat von Robert. § 166. Schwann's Apparat. § 167. Fleuss-Apparat. § 168. Loeb's Patent-Respirationsapparat. § 169. Der Apparat von Combes. § 170. Apparat von Kraft. § 171. Niederdruckapparat von Rouquayrol-Denayrouze. § 172. Tornister mit Beleuchtungsregulator. § 173. Wetterlampe. § 174. Fahrbarer Hochdruckapparat. § 175. Tornisterapparat. § 176. Atmungsapparat von L. von Bremen & Co. in Kiel.	
Litteratur	774
Deutsche Reichspatente	775
Register	776

Berichtigungen.

Seite	6	Zeile	10	v. o.	statt (S. 7) lies (S. 3).
»	9	»	47	v. o.	» bilden lies bildeten.
»	25	»	21	v. o.	» zusammenpresen lies zusammenpressen.
»	36	»	6	v. o.	» Fig. 42 lies Fig. 43.
»	36	»	4	v. u.	» Fig. 43 lies Fig. 44.
»	60	»	2	v. u.	» Freifallinstument lies Freifallinstrument.
»	165	Fehlt	der Querschnitt der Meyer'schen Bohrmaschine mit den Buch-		staben d, d', e', s, h, i.
»	169	Zeile	4	v. u.	statt sich allem lies sich vor allem.
»	173	»	4	v. u.	» Wegen lies Wagen.
»	177	»	4	v. u.	» § 1 lies § 81.
»	179	statt	Fig. 245	lies	246 — ebenso
»	178	Zeile	6	v. u.	
»	183	»	41	v. o.	statt § 112 lies § 114.
»	198	»	7	v. u.	» se lies so.
»	235	»	3	v. o.	» ersteren lies oberen.
»	289	»	7	v. o.	» kleine lies keine.
»	292	»	16	v. o.	» won lies von.
»	294	»	7	v. o.	» § 117 lies § 118.
»	302	»	13	v. o.	» § 112 lies § 115.
»	304	»	10	v. o.	» grison lies grisou.
»	317	»	5	v. u.	» § 10 lies § 18.
»	324	»	3	v. o.	» § 29 lies § 28.
»	358	»	44	v. u.	» § 140 lies § 141.
»	364	»	7	v. o.	» finden lies findet.
»	373	»	6	v. o.	» den Drähte lies der Drähte.
»	382	»	11	v. u.	» Durchmesser lies Durchmessers.
»	388	»	14	v. o.	» § 90 lies § 88.
»	399	»	3	v. u.	» Zugtange lies Zugstange.
»	410	»	20	v. u.	» d lies d'.
»	460	»	8	v. o.	» Fig. 497 lies 501.
»	463	»	12	v. u.	» § 36 lies § 32.
»	488	»	4	v. o.	» Kap. VI. lies Kap. IV.
»	509	»	16	v. u.	» Schacken lies Schlacken.
»	538	»	16	v. u.	» Aufheben lies Aufhängen.
»	577	»	3 und 4	v. o.	statt: befestigten, bezw. haltenden lies: befestigte, bezw. haltende.
»	596	»	18	v. u.	statt schwerer lies schwieriger.
»	603	»	2	v. u.	» -linderung lies -linderung.
»	627	»	4	v. u.	» steifen lies steifem.

Seite 632 Zeile 10 v. u. statt In lies Im.

- » 632 » 4 v. u. » Fallen lies Fällen.
 - » 650 » 12 v. u. » tonnenlähig lies tonnlähig.
 - » 671 » 16 v. u. » ist lies sind.
 - » 675 » 13 v. u. » äussert lies äussern.
 - » 686 » 3 v. o. » § 28 lies § 27.
 - » 690 » 13 v. u. » T lies L.
 - » 698 » 5 v. o. » a lies q.
 - » 709 » 18 v. o. » 12697 lies 12696.
 - » 729 » 4 v. u. » v lies c.
 - » 730 statt § 115 lies § 105.
 - » 734 statt § 105 lies § 109.
 - » 740 Zeile 11 v. o. statt Fiste lies Firste.
 - » 749 » 17 v. o. » Fig. 821 lies Fig. 831.
 - » 762 » 1 v. o. » auf lies aus.
 - » 770 » 20 v. u. » Kautschukklappe lies Kautschukkappe.
-

Einleitung.

§ 1. Allgemeines. — Der Bergbau bezweckt den Erwerb nutzbarer Fossilien an der Oberfläche oder im Innern der Erde; er ist daher ein auf Gewinnung von Rohstoffen gerichtetes Gewerbe und steht den die Stoffe verarbeitenden Zweigen der Technik gegenüber.

Nutzbare Fossilien sind solche Bestandteile der festen Erdrinde, welche zu irgend welchen technischen Zwecken mit Nutzen zu verwerten sind. Dahin gehören: Erze, fossile Brennstoffe, Salze, Mineralien (feste und erdige), sowie mehrere Gesteinsarten (Dachschiefer, Traß, Bausteine etc.).

Unter Erzen versteht man im bergtechnischen Sinne solche Mineralien, aus denen sich mit Vorteil und im Großen Metalle oder Metallverbindungen gewinnen lassen.

Im bergrechtlichen Sinne treten zu diesen eigentlichen, durch ihren Gehalt an Metallen gekennzeichneten Erzen noch die Schwefel-, Alaun- und Vitriolerze.

Die Anlagen, welche zum Zwecke des Bergbaues erforderlich sind, heißen Bergwerke.

Die zum Betriebe der Bergwerke nötigen technischen Kenntnisse umfaßt z. T. die Bergbaukunde. Dieselbe besteht in der Beschreibung aller Veranstaltungen und Anlagen zur Aufsuchung, Gewinnung und Förderung der nutzbaren Fossilien, sowie der Mittel zur Beseitigung der dem Bergbaubetriebe sich entgegenstellenden Hindernisse. Die Bergbaukunde stützt sich dabei auf Regeln, welche durch Erfahrung und Wissenschaft begründet sind.

Da sich die Art des Bergbaubetriebes wesentlich darauf gründet, wie die zu gewinnenden Fossilien in der festen Erdrinde vorkommen, so muß die Bergbaukunde mit der Lehre von der Art und Weise dieses Vorkommens, d. h. mit derjenigen der Lagerstätten beginnen.

Kapitel I.

Die Lagerstätten.

§ 2. Erklärung. — Diejenigen mehr oder weniger deutlich abgesonderten Theile der festen Erdrinde, innerhalb deren sich die nutzbaren Mineralien befinden, heißen Lagerstätten. Dieselben haben verschiedene Form, Lage, Ausdehnung und Entstehungsweise.

§ 3. Einteilung der Lagerstätten nach ihren räumlichen Verhältnissen. — Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit, welche die räumlichen Verhältnisse der Lagerstätten, also ihre Form, Lage und Ausdehnung, auf die Art und Weise der Methoden des Abbauens haben, lassen sich die Lagerstätten in folgender Weise einteilen:

A. Plattenförmige Lagerstätten.

1. Gänge.

2. Flötze und Lager.

B. Lagerstätten von unregelmäßiger Form.

1. Stöcke und Stockwerke.

2. Butzen, Nester und Nieren.

A. Plattenförmige Lagerstätten.

§ 4. Erklärungen. — Plattenförmige Lagerstätten sind solche, bei denen zwei Dimensionen vorherrschen. Die dritte, geringere Dimension — der rechtwinklige Abstand der beiden Begrenzungsflächen —, heißt **Mächtigkeit**.

Das Gestein auf beiden Seiten derjenigen Begrenzungsflächen, welche in die zwei Hauptdimensionen fallen, heißt **Nebengestein**, derjenige Teil desselben, auf welchem die Lagerstätte liegt, das **Liegende**, der die Lagerstätten bedeckende Teil das **Hangende**. Bei Flötzen und Lagern wendet man wohl auch die Bezeichnungen **Sohle** bzw. **Dach** an.

Jede in der Ebene der Lagerstätte gezogene horizontale Linie heißt **Streichungslinie** oder **Streichlinie**, jede rechtwinklig darauf stehende, in derselben Ebene befindliche Linie die **Fallungs-** oder **Falllinie** der Lagerstätte.

Unter **Streichen** einer Lagerstätte versteht man denjenigen Winkel, welchen die Streichlinie mit dem magnetischen Meridian, unter **Fallen** oder **Einfallen** denjenigen Winkel, welchen die Falllinie mit ihrer Vertikalprojektion oder die Ebene der Lagerstätte mit einer Horizontalebene macht.

Generalstreichen bzw. **Generalfallen** ist der Durchschnitt mehrerer, unter sich verschiedener Streich- bzw. Fallwinkel derselben Lagerstätte.

Derjenige Teil einer Lagerstätte, welcher ganz oder nahezu an der Tagesoberfläche liegt, heißt **Ausgehendes** oder **Ausbiß**.

Die Ermittlung des Streichens und Fallens geschieht mit Meßinstrumenten (Kompass und Gradbogen, Theodolit etc.).

Das Nähere darüber, sowie die rißliche Darstellung von Lagerstätten und Grubenbauen lehrt die **Markscheidkunst**.

§ 5. Unregelmäßigkeiten der Plattenform. — Die Plattenform dieser Lagerstätten ist ideal; in Wirklichkeit zeigen sich, wenn auch vielfach nur innerhalb mäßiger Grenzen, allerhand Unregelmäßigkeiten, wie Anschwellung und Abnahme der Mächtigkeit — oder wie die technischen Ausdrücke lauten: »**Aufthun** und **Verdrücken**« der Lagerstätte. Unter »**Auskeilen**« versteht man die Abnahme der Mächtigkeit bis zum gänzlichen Verschwinden der Lagerstätte. Im letzteren Falle pflegt die Lagerstätte durch einen **Besteg**, d. h. durch eine dünne Lage einer lettigen Masse ersetzt zu sein. Die letztere kann aber auch fehlen, so daß sich Hangendes und Liegendes direkt berühren.

Fernere Unregelmäßigkeiten sind in dem Wechsel des Streichens und Fallens begründet, wodurch die Platte häufig gebogen, geknickt, gefaltet u. s. w. erscheint.

§ 6. Gänge, Flötze und Lager. — Zu den plattenförmigen Lagerstätten gehören die Gänge, Flötze und Lager. Dieselben lassen sich allein nach ihren räumlichen Verhältnissen nicht unterscheiden, es gehört dazu vielmehr die Kenntnis des geognostischen Verhaltens, welches später geschildert werden soll.

B. Lagerstätten von unregelmäßiger Form.

§ 7. Stöcke, Stockwerke, Butzen, Nester und Nieren sind unregelmäßig geformte Lagerstätten, welche sich äußerlich nur durch ihre Dimensionen unterscheiden. Die Stöcke und Stockwerke haben die größte Ausdehnung (bis über 400 m), die Butzen stehen in der Mitte, die Nester und Nieren sind die kleinsten derartigen Lagerstätten.

Das geognostische Verhalten der unregelmäßig geformten Lagerstätten ist ein verschiedenes und steht mit den wechselnden Dimensionen in gar keiner Beziehung.

Als Übergänge von den plattenförmigen in unregelmäßig gestaltete Lagerstätten sind die **Gangstöcke** und **Lagerstöcke** zu erwähnen. Von Gangstöcken, wegen ihres meist starken Einfallens auch stehende Stöcke genannt, spricht man, wenn ein Gang unregelmäßige Anschwellungen der Mächtigkeit zeigt, ferner von Lagerstöcken oder liegenden Stöcken, wenn dasselbe bei Lagern der Fall ist.

Die Stöcke und Stockwerke, welche in räumlicher Beziehung wesentlich gleich sind, lassen sich nur ihrer geognostischen Natur nach unterscheiden.

Kapitel II.

Geognostischer Teil.

§ 8. Geognostische Einteilung der Lagerstätten. — Als Teile der festen Erdrinde sind die Lagerstätten ihrer wahren Natur nach nur zu verstehen; wenn man sie als geologische Gebilde auffaßt und demnach bei ihrer Betrachtung nicht allein ihre Form, sondern auch alle übrigen Eigenschaften derselben berücksichtigt.

Da die richtige wissenschaftliche Erkenntnis der Entstehung einer Lagerstätte auch für deren Auf- und Untersuchung von wesentlich praktischer Wichtigkeit ist, so ist die folgende, die genetischen Verhältnisse der Lagerstätten berücksichtigende und dem wissenschaftlichen Verständnisse förderliche Eintheilung¹⁾ gewählt.

Gleichzeitig mit dem Nebengestein gebildet:

A. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten.

B. Massige (eruptive) Lagerstätten.

Später als das Nebengestein gebildet:

C. Hohlraumausfüllungen.

D. Metamorphische (metasomatische) Lagerstätten.

Theoretisch sind zwischen den vier Hauptgruppen von Erzlagerstätten sehr scharfe Grenzen vorhanden. Die meisten Lagerstätten lassen sich auch mit grosser Sicherheit der einen oder anderen Abteilung zurechnen; bei einigen ist es aber zweifelhaft, wohin sie gehören, weil man über ihre geognostische Natur bis jetzt nur mangelhafte Kenntnis besitzt.²⁾

A. Geschichtete (sedimentäre³⁾ Lagerstätten.

§ 9. Allgemeines. — Die geschichteten Lagerstätten bekunden durch ihr räumliches Verhalten, ihre Beziehungen zu dem Nebengestein und die Natur ihres stofflichen Inhalts, dass sie sich entweder an der Tagesoberfläche, oder ebenso, wie geschichtete Gesteine, Kalksteine, Sandsteine, Schieferthone u. s. w. durch successiven Absatz aus dem Wasser gebildet haben, (Bodensatzbildungen nach Grimm.)⁴⁾

Zu den geschichteten Lagerstätten gehören die Flötze und Lager.

1) v. Groddeck, Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig, 1879. S. 84. — Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 1885, Nr. 22 u. 23.

2) v. Groddeck a. a. O., S. 85.

3) Der in der Geognosie üblichen Ausdrucksweise entsprechend sind hierunter u. a. auch Torflager und Kohlenflötze begriffen, obgleich sie streng genommen Oberflächenbildungen und keine Sedimente sind.

4) v. Groddeck a. a. O. S. 9.

§ 10. Kennzeichen der Flötze und Lager. — Flötze und Lager sind geschichtete, plattenförmige Lagerstätten, welche selbständige Glieder im Schichtenverbände des Nebengesteins bilden; sie können aufgelagerte (Torf, Raseneisenstein etc.) oder eingelagerte sein; im letzteren Falle sind sie stets jünger als ihr Liegendes, und älter als ihr Hangendes.

Ferner ist es naturgemäß, daß Flötze und Lager als geschichtete Lagerstätten ursprünglich mehr oder weniger horizontal abgelagert wurden, demnächst aber an allen Umformungen des Nebengesteins teilnehmen mußten.

§ 11. Mächtigkeit der Flötze. — Flötze haben bei ziemlich konstanter und auch bei geringer Mächtigkeit eine weite Erstreckung im Streichen und Fallen. Die Mächtigkeit ist sehr verschieden, sie wechselt, wenn man von sogen. »Schmitzen« absieht, von wenigen Centimetern bis zu 50 und 60 m.¹⁾ Das Hauptflötz in dem Bassin von Creuzot, s. Fig. 10, zeigt z.B. stellenweise eine, allerdings nicht ursprüngliche, sondern durch Faltung und Stauchung entstandene Mächtigkeit von 60 m, das Braunkohlenflötz bei Zittau in Sachsen eine solche von 47 m, wie denn überhaupt die Braunkohlenflötze mächtiger zu sein pflegen, als die meisten Steinkohlenflötze. In der Regel steigt die Mächtigkeit der letzteren in den wichtigsten Bergwerksrevieren — abgesehen von Oberschlesien, wo Flötze von 6—8 m vorkommen und von Zwickau — nicht über 2 m.

§ 12. Ausdehnung der Flötze. — Die Ausdehnung der Flötze nach Streichen und Fallen ist besonders in der Steinkohlenformation oft eine sehr bedeutende. Sie beträgt bei dem Low main Coal in Newcastle und Durham mehr als 8,5 geogr. Meilen in der einen und 3—3,5 Meilen in der andern Richtung. Das Pittsburger Flötz am Ohio in Nordamerika bedeckt eine elliptische Fläche von 690 Quadratmeilen Inhalt.²⁾

§ 13. Anzahl der Flötze. — Charakteristisch für die Flötze der Steinkohlenformation ist auch ihre große Anzahl. So zählt man an der Saar in dem westlichen Teile der Saarbrücker Schichten in einer Mächtigkeit von 2800 m 82 bauwürdige und 118 unbauwürdige, im östlichen Teile in einer Mächtigkeit von 1600 m 88 bauwürdige und 145 unbauwürdige, bei Mons in Belgien 117—120 bauwürdige, an der Ruhr in einer Mächtigkeit von 2800 m 76 bauwürdige und 54 unbauwürdige, in Oberschlesien insgesamt 104 Flötze.

§ 14. Form der Flötze. — Die Form der Flötze erscheint mitunter durch Anschwellungen der Mächtigkeit (Wulste), Verschmälerungen, Verdrückungen und vollständiges Auskeilen unregelmäßig. Bei einigen wulstartigen Ausbuchtungen, wie sie in einem Kohlenflötz von Rossitz (Mähren)³⁾ nachgewiesen sind, füllt die Kohle plötzlich Vertiefungen von 4 m Breite und Tiefe aus; ähnliche Auswüchse zeigen sich auch im Hangenden.

Andererseits können auch begleitende Gesteinsmassen vom Hangenden

1) Mietzsch, Geol. der Kohlenlager. Leipzig, 1875. S. 20.

2) Mietzsch, a. a. O. S. 40.

3) Mietzsch, a. a. O. S. 47.

oder Liegenden her in das Flötz hineinragen, unter bzw. über denen sich das Flötz dann in geringerer Mächtigkeit entweder hinwegbiegt oder an denselben abstößt. Außerdem kommt es vor, daß sackartige oder flußähnliche Vertiefungen im Flötz mit Sand oder Thon ausgefüllt sind, z. B. im Braunkohlenflötz der Grube Maria am Hirschberg bei Kassel.

Von einer Auskeilung (§ 5) spricht man bei Flötzen, wenn bei der Verdrückung kein Besteg bleibt, sondern Hangendes und Liegendes sich direkt berühren. Wiederholt sich bei mächtigen Lagern ein solches Auskeilen öfter, so entstehen aneinander gereihte, durch taube Mittel von einander getrennte, sogenannte Lagerstöcke oder liegende Stöcke (S. 7). Haben dieselben jedoch einige Ausdehnung behalten, so bezeichnet man sie trotz des schließlichen Auskeilens als Lager.

§ 15. Eigentümlichkeiten der Lager. — Die Lager, insbesondere die Erzlager, haben in der Regel nicht die große Ausdehnung der Flötze, vor allem nicht bei geringer Mächtigkeit. Es hängt dieser Umstand offenbar von der Erzmenge ab, welche bei der Bildung der Erzlager zugeführt wurde, vielleicht auch von der lokalen Natur des Zuflusses der Erzlösungen in das Meer oder in Binnenseen, sowie von der Ausdehnung der letzteren. In dem Wasser war durch Niederschlag der vom Festlande herangeführten Schlamm-massen das Liegende des künftigen Lagers geschaffen. Beim Zuströmen von Erzlösungen setzte sich das Erz in mehr oder weniger reinem Zustande zuerst ab und wurde seinerseits durch Schlamm oder Sand bedeckt, welche dann das Hangende bildeten.

Aus vorstehender Betrachtung läßt sich die praktische Folgerung ziehen, daß man beim Aufsuchen der Fortsetzung von Erzlagern nicht dieselbe Garantie eines glücklichen Erfolges hat, wie etwa bei Steinkohlenflötzen, welche man sich nach Art der Torfmoore in weit ausgedehnten flachen Niederungen entstanden denkt, und welche deshalb auch bei geringer Mächtigkeit sich auf weite Entfernungen hin erstrecken.

§ 16. Zusammensetzung der Flötze und Lager. — Das Material, aus welchem Flötze und Lager bestehen, ist im Vergleich mit demjenigen der Gänge von sehr regelmäßiger und auf weite Entfernung hin sich gleichbleibender, häufig sogar für ein bestimmtes Flötz oder Lager charakteristischer Beschaffenheit.

Nicht immer enthalten die in Rede stehenden Lagerstätten ein einziges, gleichartiges Material, sondern außer nutzbarem Fossil auch Zwischenlagen von taubem Gestein, bei Steinkohlenflötzen meistens aus reinem oder kohlehaltigem Schiefer — Brandschiefer — gebildet. Diese sogenannten Bergemittel oder Packen verändern sich in Bezug auf Anzahl und Mächtigkeit sehr bedeutend, indem mehrere derselben sich vereinigen, das eine oder andere, sich auskeilend, gänzlich verschwindet oder aber an Mächtigkeit zunimmt. Im letzteren Falle kann es vorkommen, daß ein Flötz sich in zwei oder mehrere teilt. Eine derartige Divergenz der Kohlenflötze kommt u. a. auch in Oberschlesien vor, wo auf der Grube König

das Sattelflötz, durch ein schwaches Bergemittel in Ober- und Unterbank getrennt, in der ganzen Mächtigkeit — 8 m — abgebaut wird, während auf der benachbarten vereinigten Mathildegrube die Entfernung zwischen Ober- und Unterbank schon 22 m beträgt. Auch in Saarbrücken, Nord-Lancashire und Warwickshire kommen ähnliche Erscheinungen vor.¹⁾

Die kleineren Einlagerungen von Kohlschiefer oder reinem Schieferthon sind bei Stein- und Braunkohlenflötzen eine ganz allgemeine Erscheinung; in Zwickau nennt man sie Schären oder Scheren, im Plauen'schen Grunde Letten, in Böhmen Opuka oder Vopuka, auch Schrämmen.²⁾

§ 17. **Regelmäßigkeit der Zusammensetzung.** — Die Regelmäßigkeit der Zusammensetzung wird, wenn auch selten, auf verschiedene Weise unterbrochen. So werden manche Kohlenflötze Westfalens in ihrer weiteren Erstreckung zu Eisensteinflötzen; mitunter wird auch die Kohle taub, d. h. sie erscheint vollständig zersetzt und sandig und hat ihre Brennbarkeit verloren.

Auch in anderer Weise zeigt die Kohle eines und desselben Flötzes Änderungen ihrer Eigenschaften. So gehen die Kohlen der Flötze am Ohio in Nordamerika von Westen nach Osten aus bituminöser Kohle allmählich in Anthrazit über. Ein ähnliches Verhalten zeigen die Kohlenflötze am Donetz in Südrußland. Sogar im Felde einer und derselben Grube können die Eigenschaften der Kohle eines Flötzes Verschiedenheiten zeigen, indem dasselbe in dem einen Feldesteile eine gute Cokeskohle liefert, während im anderen die Backfähigkeit mehr oder weniger verschwunden ist (Königin Louisengrube in Zabrze).

§ 18. **Trümmerlagerstätten.** — Trümmerlagerstätten sind solche Lager, deren Material an ihrem jetzigen Fundorte nicht gebildet, sondern von andern Stellen dorthin zusammengeschwemmt ist.

In erster Linie gehören hierher die Metallseifen oder Seifenwerke. Es sind dies lose Sand- und Geröllmassen, welche metallische Fossilien, wie Gold, Platin, Zinnstein, enthalten.

Alle diese Metalle bzw. Erze stammen von ursprünglichen, oft nicht nachweisbaren Lagerstätten her und haben auf ihrem Transporte bis zu ihrer heutigen Ablagerung zunächst einen mechanischen Aufbereitungsprozeß, teilweise auch eine chemische Umänderung durchgemacht. Die Seifen liegen entweder an der Tagesoberfläche oder nahe unter derselben.

1) Mietzsch, Geol. der Kohlenlager. Leipzig, 1875. S. 110. — Preuß. Zeitschrift 1880, Bd. 28, S. 108. — Anmerk. Eine Erklärung dieser Erscheinungen dürfte darin zu suchen sein, daß nach fertiger Bildung der Unterbank ein teilweises Einsinken der Erdrinde stattfand, während der benachbarte Teil stehen blieb. Bei der Einsenkung und entsprechend derselben bedeckte sich die Unterbank mit Wasser und Schlamm, der letztere lagerte sich auf dem gesunkenen Teile in größerer Mächtigkeit ab, als auf dem stehen gebliebenen, bis sich auf der Oberfläche des Schlammes eine neue Vegetation ansiedeln und die Oberbank bilden konnte.

2) Mietzsch, a. a. O. S. 53.

Auch manche mächtige Eisensteinlager sind Trümmerlagerstätten, u. a. dasjenige bei Peine in Hannover, welches in der oberen Kreide (Senon) auftritt und aus abgerundeten und abgeriebenen Stücken von Brauneisenstein in Nuß- bis Faustgröße besteht. Der Kitt ist Mergel und zerriebener Eisenstein.

Abgerundete Exemplare von *Ammonites amaltheus*, *costatus* etc., welche sich im Lager befinden, beweisen, daß das Eisenerz aus dem Lias stammt.

Dasselbe ist der Fall bei den Eisensteinlagern von Haverlah und Salzgitter am nördlichen Harzrande; dieselben gehören aber in ihrer jetzigen Ablagerung der unteren Kreide an.

Die Mächtigkeit des reinen Eisensteins beträgt im Peiner Lager 5 m. Da aber die angrenzenden Schichten ebenfalls eisenhaltig sind, eine scharfe Grenze also nicht zu ziehen ist, so ergibt sich eine gesamte Mächtigkeit des Eisenerz führenden Schichtenkomplexes von 40 m und mehr.¹⁾

B. Massige (eruptive) Lagerstätten.

§ 19. **Allgemeines.** — Zu den massigen Lagerstätten gehören alle massigen, gemengt krystallinischen Gesteine z. B. Diabas, Olivingestein, Syenit u. s. w., welche Erze, z. B. Magneteisenstein, so einschließen, daß eine gleichzeitige Entstehung dieser Erze und des Gesteins angenommen werden muß. Das Erzvorkommen ist in diesem Falle durchaus unregelmäßig gestaltet; es sind im Gestein ausgeschiedene Kryställchen, krystallinische Körner, Klumpen und Primär- oder Ausscheidungstrümmer (d. h. solche Trümmer, welche sich während der Verfestigung des Gesteins gebildet haben). Alle diese Erzausscheidungen liegen entweder vereinzelt oder sie konzentrieren sich lokal zu Erznestern oder Erzstöcken.²⁾

§ 20. **Vorkommen der massigen Lagerstätten.** — Nach § 19 gehören die massigen Lagerstätten zu den unregelmäßig gestalteten, sie erscheinen hauptsächlich als Stöcke und Nester. Ausgezeichnete Beispiele liefern die in Eruptivgesteinen (Olivinfels oder Trapp, Augitporphyr, Diorit u. s. w.) eingeschlossenen Magneteisenerze des Taberges bei Jönköping und der Berge Gora Blagodat, Katschkanar und Wissakaja im Ural.

Häufig finden sich auch geschwefelte Erze, wie Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies u. s. w. in mehr oder minder großen unregelmäßig gestalteten Massen in Eruptivgesteinen (Diorit, Gabbro) derart eingewachsen, daß eine gleichzeitige Bildung beider angenommen werden kann. Hierher gehören u. a. die Kiesstöcke in gabbroähnlichen Gesteinen von la Balma bei Locarno im Val Sesia.

1) v. Groddeck, a. a. O. S. 267.

2) v. Groddeck, a. a. O. S. 40.

C. Hohlraumausfüllungen.

§ 21. **Allgemeines.** — Die Hohlraumausfüllungen bekunden im Gegensatz zu den eben besprochenen Lagerstätten durch die Gesamtheit ihrer Eigenschaften eine spätere Entstehung, als das umgebende Gestein.

Nach der Entstehung der Hohlräume hat man zwei Arten derselben zu unterscheiden:

1. Hohlräume, welche durch Überwindung der Kohäsion des Gesteins infolge innerer Spannungen beim Austrocknen, Abkühlen, Einsinken einzelner Teile der Erdrinde, vergl. § 44, oder durch Horizontaldruck entstanden sein mögen, wobei ein Aufreißen, Abbrechen oder Zersplittern des Gesteins stattfand. Die dabei gebildeten Hohlräume nennen wir Spalten oder Spaltenräume.

2. Hohlräume, welche in geeigneten Gesteinen, vor allem in Kalksteinen oder Dolomiten, durch Auflösung und Auswaschung entstanden sind. Diese Auswaschungsräume oder Höhlen, meist von sehr unregelmäßiger Form und verschiedener Größe, boten den, im Erdinnern zirkulierenden Minerallösungen Gelegenheit zum Absetzen ihres Inhalts. Waren diese Lösungen metallhaltig, so bilden sich Erzlagerstätten.

Unter den so entstandenen Erzlagerstätten haben wir demnach Spaltenfüllungen und Höhlenfüllungen zu unterscheiden.¹⁾

§ 22. **Spaltenfüllungen. Gänge.** — Gänge sind ausgefüllte Spalten, welche sich von dem einschließenden Nebengestein, wenn dasselbe geschichtet ist, durch Streichen und Fallen, außerdem auch vom geschichteten und ungeschichteten Nebengestein durch den Charakter der ausfüllenden Mineralmassen unterscheiden (Querspaltengänge).

§ 23. **Ähnlichkeit zwischen Gängen, Ruscheln und Sprüngen.** — Je nach der Ausfüllung spricht man von Mineral- (Erz-) Gängen- und Gesteins- (Basalt-, Granit-, Porphy- etc.) Gängen. Die faulen Ruscheln entsprechen vollkommen den Sprüngen (§ 43), beide durchsetzen das Nebengestein mit anderem Streichen und Fallen, unterscheiden sich aber von den Gängen in ihrer Ausfüllung, indem dieselbe wesentlich aus zerriebenen, sandigen und thonigen Massen — von der Senkung des Hangenden herrührend, — außerdem auch aus Bruchstücken des Nebengesteins besteht.

Die Verwandtschaft der Sprünge und Gänge zeigt sich jedoch darin, daß in beiden, wenn auch selten, die wichtigsten derjenigen Mineralien vorkommen, welche sonst vorzugsweise die Gänge ausfüllen, als: Quarz, Kalkspath, Schwerspath, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Schwefelkies, Haarkies etc.

Außerdem ist es bekannt, daß die Sprungklüfte des Steinkohlengebirges in ihrer streichenden Fortsetzung im älteren Gebirge (Kulm, Devon) häufig wirkliche Erzgänge werden; so ist der Hauptgang des Breinigerberges bei

1) v. Groddeck, a. a. O. S. 10.

Aachen die Fortsetzung der »Münstergewand«, eines bekannten Sprunges im dortigen Steinkohlengebirge.¹⁾ Ebenso bringt man das Erzvorkommen auf Grube Centrum bei Eschweiler mit der »Sandgewand« in Verbindung; das Streichen der Lintorfer Erzgänge weist auf mächtige Sprünge hin, welche mit dem Schachte der Zeche Neu-Duisburg am Rhein aufgeschlossen sind u. s. w.²⁾

In Riechelsdorf nennt man die Gänge »Rücken«, im Salzburgischen »Blätter«, in Siebenbürgen »Klüfte«.

§ 24. **Trümmer.** — Unter Trumm (Trum?) versteht man im allgemeinen Gänge von geringer streichender oder fallender Ausdehnung. Hierher gehören zunächst alle Quarz-, Kalkspath- etc. Trümmer, welche die Gesteine durchsetzen, sodann die von größeren oder Hauptgängen ablaufenden Nebengänge. Die letzteren können sein: Hangende oder liegende Trümmer, Bogentrümmer, Diagonaltrümmer.

Bogentrümmer sind solche, welche von einem Hauptgange ablaufen und sich mit demselben bald wieder vereinigen — scharen.

Diagonaltrümmer setzen unter spitzem Winkel von einem Gange ab und scharen sich mit einem anderen benachbarten.

Trümmer von kleinen Dimensionen heißen auch Ausläufer, Ausreißer, Abkommende³⁾ und wenn sie vom Tage ab nur wenig in die Tiefe setzen, Rasenläufer.

§ 25. **Kontaktgänge und Lagergänge.** — Die Kontaktgänge sind zweifelhafter Natur, ihr Vorkommen und ihr Verhalten zum Nebengestein sind noch nicht genügend erforscht. Man versteht darunter solche Gänge, welche an der Grenze eines Sedimentärgesteins und eines dasselbe durchbrechenden Eruptivgesteins vorkommen. Lagergänge sind solche, welche auf mehr oder weniger weiten Erstreckungen in den Gesteinsschichten liegen, damit also den Charakter von Lagern annehmen, während sie die Schichten im übrigen auch stellenweise durchsetzen. v. Groddeck⁴⁾ weist nach, dass die Lagergänge fast durchweg mit auffallender Höhenbeständigkeit an krystallinische und metamorphosierte Schiefer (weißes Gebirge von Holzappel, Werlau u. s. w.) gebunden sind und hält es für wahrscheinlich, daß viele der, in der Zone der regionalen Metamorphose auftretenden, Lagergänge Umwandlungsprodukte von Erzlagern sind.

§ 26. **Einfache und zusammengesetzte Gänge** sind zuerst durch B. v. Cotta⁵⁾ unterschieden.

Einfache Gänge umschließen keine oder doch nur wenig Teile des Nebengesteins, enthalten vorwiegend Mineralien und sind gegen das Neben-

1) v. Dechen, Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reiche. Berlin 1873.

2) Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 206.

3) v. Groddeck, a. a. O. S. 46.

4) Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1885, Nr. 28 u. 29. — 5) Ebenda 1864, S. 395. v. Groddeck, Erzlagerstätten, S. 34.

gestein durch deutliche Grenzflächen (Salbänder) abgeschieden; außerdem steigt ihre Mächtigkeit selten über 2 m. Als Beispiele sind vor allem die Freiburger, sowie die Kongsberger Gänge anzuführen.

Zusammengesetzte Gänge haben sich in der Weise gebildet, daß beim Aufreißen, noch mehr aber bei der später folgenden Senkung des Hangenden nicht eine einzige Spalte, sondern deren mehrere, nahe zusammenliegende, entstanden sind, welche sich vielfach durchsetzen und dabei Teile des Nebensteins umschließen. Die Trümmer selbst enthalten Gangarten (Quarz, Kalkspath etc.) und Erz.

In der Regel haben diese Gänge nur am Liegenden ein Salband, sowie einen Besteg, d. h. eine lettige, schmierige oder auch filzige Masse, welche das Produkt der Senkung auf dem liegenden Salbande ist. Dergleichen Bestege und Rutschflächen mit Reibungsprodukten finden sich außerdem vielfach in den Gängen selbst und liefern den Beweis, daß auch innerhalb derselben Senkungen stattgefunden haben, bezw. daß der Gang selbst an der Senkung des hangenden Nebengesteins teilgenommen hat. Dieselbe war einerseits mit intensiven Faltungen der eingeschlossenen Gesteinspartien, andererseits mit Zerrüttung der Gangmasse verbunden, welcher später eine neue Verkittung durch Erze oder Gangarten folgte. Derartige Vorgänge haben sich augenscheinlich öfters wiederholt.

Am Hangenden der zusammengesetzten Gänge ist eine deutliche Abgrenzung von Nebengestein selten zu finden. Beim Abbau muß deshalb mit großer Aufmerksamkeit vorgegangen werden, denn häufig setzen erzführende Trümmer vom Hauptgange in das Hangende hinein.

Die Mächtigkeit der zusammengesetzten Gänge, für welche die Oberharzer Gänge als Beispiel angeführt werden können, läßt sich aus diesen Gründen selten genau angeben; die Summe der erzführenden, durch zerrüttetes Nebengestein getrennten Trümmer übersteigt bisweilen 40 m.

Man nimmt erst dann an, daß man sich im reinen Hangenden befindet, wenn das Nebengestein seine normale Schichtung zeigt.

Die vorhin besprochenen Senkungen, sowie die damit herbeigeführten Verwerfungen, scheinen eine Eigentümlichkeit der zusammengesetzten Gänge zu sein, wenigstens sind sie bei einfachen Gängen noch nicht beobachtet.

Derartige Verwerfungen durch zusammengesetzte Gänge sind sehr deutlich für diejenigen des Oberharzes, besonders für die Bockswieser¹⁾ und Lautenthaler,²⁾ sowie auch für die Gänge bei Lintorf (Reg.-Bez. Düsseldorf)³⁾ nachgewiesen. Ebenso⁴⁾ scheint die *veta madre* bei Guanajuato (Mexiko) eine bedeutende seitliche Verwerfung des Nebengesteines (Rotliegendes) um 4000 m veranlaßt zu haben. Auch für die Gänge von

1) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 86 ff. und Fig. 76. — Derselbe, Über die Erzgänge des nordwestl. Oberharzes. Berlin 1867.

2) Rösing in Preuß. Zeitschr. 1877, Bd. 25, S. 280.

3) v. Groddeck, Ebenda 1884, Bd. 29, S. 204.

4) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze. S. 37.

Freudenstadt in Württemberg ist nachgewiesen, daß an der einen Seite derselben Buntsandstein, an der anderen Muschelkalk liegt, was auch nur durch eine Verwerfung herbeigeführt sein kann.

§ 27. Erstreckung der Gänge. — Die Ausdehnung der Gänge in der Richtung des Streichens, die Längenerstreckung, ist oft eine sehr bedeutende. So ist der Spitaler Gang bei Schemnitz in Ungarn auf 8 km bekannt; die längste Gangspalte, welche in hor. 7 den Oberharz durchsetzt und nacheinander die Namen Rosenhöfer, Rosenbüscher und Schulthaler Gang führt, läßt sich auf über 16 km streichende Länge verfolgen. Der bedeutendste Goldquarzgang Californiens — mother lode — soll, wenn auch nicht ohne Unterbrechung, 113 km (70 engl. Meilen) lang sein.¹⁾

Was die Erstreckung der Gänge nach der Teufe betrifft, so hat man darüber bis jetzt noch keinen endgültigen Aufschluß. Nach einem alten bergmännischen Ausdruck setzen die Gänge »in die ewige Teufe«, womit man wohl die Vorstellung verbunden hat, daß die Gänge erst in dem flüssigen Erdkern ihre Endschaft erreichen.

Die größte, beim Gangbergbau bis jetzt erreichte Teufe beträgt am Adalbertschachte bei Příbram in Böhmen 1100 m.

§ 28. Ausfüllung der Mineralgänge. — Die einfachen Gänge bestehen wesentlich aus Erzen und Gangarten, während die zusammengesetzten Gänge außerdem noch mehr oder weniger große Einschlüsse von Nebengestein enthalten.

Die wichtigsten Gangarten sind: Quarz in seinen verschiedenen Abarten (gemeiner Quarz, Bergkrystall, Rauchtopyas, Amethyst, Hornstein etc.), ferner Kalkspath, Schwerspath, Flußspath, Zeolithe etc.

§ 29. Textur der Gänge.²⁾ — Erze und Gangarten treten in den Gängen entweder in massiger oder in lagenförmiger Verwachsung auf.

Unter massiger Verwachsung versteht man diejenige, bei welcher Erze und Gangarten in wesentlich derselben Art, wie die Bestandteile des Granits, nach allen Richtungen des Raumes mehr oder weniger regelmäßig verteilt sind.

Die Mineralien (Gangarten und Erze) haben sich dabei aus konzentrierter Lösung so abgeschieden, daß sie sich gegenseitig an der Ausbildung von Krystallen hinderten; nur da, wo sich Hohlräume bildeten, schossen die Krystalle an und verkleideten die Wände der Hohlräume, welche man in diesem Falle als Drusen bezeichnet.

Genetisch hat man von solchen Drusen diejenigen zu unterscheiden, welche durch Eindringen jüngerer Minerallösungen in vorhandene Hohlräume und durch Auskrystallisieren jener Lösungen entstanden sind (Drusen in Mandelsteinen).

Als Beispiele massiger Verwachsung sind zu nennen: diejenige von

1) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 43.

2) v. Groddeck, Ebenda, S. 61 u. 62.

Kalkspath, Quarz, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies in den Oberharzer Gängen; von Spatheisenstein und Quarz auf dem Gange der Grube Luise bei Horhausen im Rheinlande; von Quarz und geschwefelten Kupfererzen in den Gängen Tellemarkens etc.

Die lagenförmige Verwachsung ist bei Gängen seltener, als die massige. Sie entstand dadurch, daß sich die Wände einer Gangspalte (Hangendes und Liegendes) mit einer Mineralkruste überzogen. Auf der ersten Kruste setzte sich eine zweite, auf dieser eine dritte etc. ab, so daß von den Salbändern aus meistens eine symmetrische Anordnung der einzelnen Krusten beobachtet werden kann. Dadurch, daß mehrere Krusten übereinander liegen, bildet sich die lagenförmige Verwachsung. Mitunter ist der Hohlraum (die Gangspalte) nicht ganz geschlossen und zeigt an solchen Stellen ebenfalls Drusenräume.

Ein Beispiel lagenförmiger Verwachsung liefern die Freiburger Gänge.

Außer der ebenen giebt es noch eine konzentrisch lagenförmige Textur, welche in Gängen in der Weise auftritt, daß Bruchstücke von Nebengestein, Gangarten und älteren Erzen konzentrisch lagenförmig von Mineralien umgeben sind.

Sehr regelmäßig von Erzlagen umhüllte Bruchstücke des Nebengesteins werden Ringelerze oder Kokardenerze genannt.

§ 30. Die **Verbreitung der Erze in der Gangmasse** ist selten eine regelmäßige. Im Großen wechseln erzführende Parteen — Erzmittel — mit erzleeren — tauben Mitteln — ab. Die äußere Begrenzung der Erzmittel ist an keine bestimmte Regel gebunden. Dieselben haben bisweilen eine linsenförmige, nach allen Seiten sich allmählich auskeilende Gestalt; häufiger indeß sind sie länglich geformt und setzen senkrecht (Erzsäulen) oder mit flachem Einfallen in die Tiefe. Die letztere Form ist diejenige der sogenannten Erzfälle¹⁾ oder des Adelsvorschubes. Die Richtung des Einfallens derselben ist beispielsweise am Harz oft eine westliche (Hilfe Gottes, Bergwerkswohlfahrt, Herzog August und Johann Friedrich, Lautenthalsglück u. s. w.), gleichwohl läßt sich eine Regel für das Aufsuchen der Erzmittel darauf nicht gründen, denn es giebt auch Erzfälle, welche nach Osten geneigt sind (z. B. Ring und Silberschnur).

Häufiger ist die Erfahrung, daß Gänge mit eisernem Hut in größerer Tiefe erzführend sind, was auch erklärlich ist, da der eiserne Hut aus nichts anderem, als aus Brauneisenstein besteht, welcher aus der Zersetzung von Schwefelkies, Kupferkies oder Eisenspath entstanden ist. Bei Gängen, welche lediglich Bleiglanz führen, besteht das Ausgehende nicht aus Eisenerzen, sondern aus Weißbleierz, Grünbleierz etc.

§ 31. **Einfluß äußerer Umstände auf die Erzführung.** — Bisweilen tritt auch eine Veränderung in der Erzführung ein, wenn Gänge sich scharen oder kreuzen, aber allgemein gültig ist auch diese Regel nicht.

¹⁾ v. Groddeck a. a. O. S. 44.

Dagegen steht bei einzelnen Gangrevieren die Mächtigkeit in Zusammenhang mit der Reichhaltigkeit der Erzführung oder »Edelkeit« der Gänge. So nimmt dieselbe in den Andreasberger Gängen regelmäßig mit der Zunahme der Mächtigkeit ab. Endlich hat man auch einen Einfluß des Nebengesteins auf die Erzführung behauptet¹⁾, oder anderwärts doch wenigstens beobachtet, daß die Erzführung der Gänge nicht bei jedem Nebengestein dieselbe ist. Ob dieser Unterschied durch das Nebengestein und dessen Bestandteile in allen Fällen zu erklären ist, erscheint zweifelhaft.²⁾

§ 32. Verhalten der Gänge im Streichen. — Ein System parallel streichender und im Streichen lang ausgedehnter Gänge nennt man einen Gangzug. Kreuzen sich mehrere Gangzüge, so entstehen Netzgänge.³⁾

Dieses Verhalten zeigt sich bei den Freiburger Gängen, wo man nach dem Streichen unterscheidet:

Stehende Gänge von hor.	12—3
Morgengänge	- - 3—6
Spatgänge	- - 6—9
Flache Gänge	- - 9—12.

Die Bergleute in Cornwall unterscheiden direkt: twelve o'clock veins, three o'clock veins etc., die französischen Bergleute in derselben Weise filons septentrionaux (du nord), méridionaux (du midi), orientaux (du levant), occidentaux (du couchant).

Ändert ein Gang sein Streichen, so kommt er aus der Stunde. Geschieht dies unter nicht sehr spitzem Winkel, so muß man sich genau überzeugen, ob nicht die Änderung des Streichens eine nur scheinbare ist und ob nicht vielmehr an der betreffenden Stelle ein neuer Gang zu- bzw. abläuft.

Bei plötzlichen und starken, aber kurzen Änderungen des Streichens sagt man: der Gang schlägt einen Haken, wirft einen Bauch, macht eine Wanne.

§ 33. Verhalten der Gänge im Fallen. — Das Einfallen der Gänge ist in der Regel ein steiles (vergl. § 44), nur für kurze Entfernungen und bei ablaufenden Trümmern beobachtet man Einfallwinkel unter 45°.

Die Ausdrücke rechtsinnig und widersinnig fallende Gänge haben nicht überall dieselbe Bedeutung. In Sachsen und Österreich fallen die rechtsinnigen Gänge parallel dem nächsten Bergabhange, die widersinnigen dem letzteren entgegengesetzt ein. Am Oberharz sind die letzteren (auch verkehrt fallende genannt) diejenigen Gänge, welche von der gewöhnlichen südlichen Fallrichtung abweichen.

Ein Gang stürzt sich oder richtet sich auf, je nachdem sein Einfallen steiler bzw. flacher wird.

1) Sandberger in Berg- und Hüttenm. Zeitung 1877, S. 377. 389. — Zeitschr. d. geol. Ges., Bd. 32, S. 350. — Ebenda Bd. 34, S. 644.

2) Österr. Zeitschr. 1882, S. 607.

3) v. Groddeck, Lagerstätten der Erze, S. 41. — v. Beust, Erläuterungen zur Gangcharte der Freiburger Reviere. Leipzig 1842.

§ 34. Verhalten der Gänge beim Zusammentreffen. — Treffen zwei Gänge zusammen, so können folgende Fälle eintreten:

1. Sie durchsetzen einander so, daß ein verschiedenes Alter beider Gänge nicht zu erkennen ist (Fig. 1).

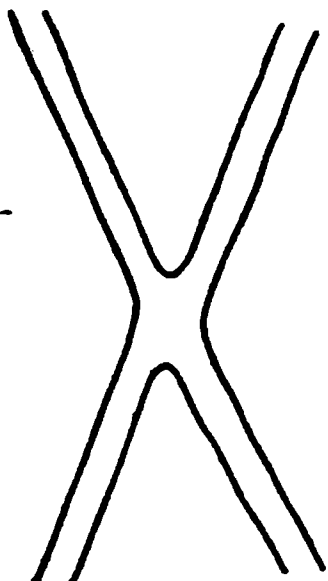


Fig. 1. Durchsetzung zweier Gänge ohne erkennbaren Altersunterschied.

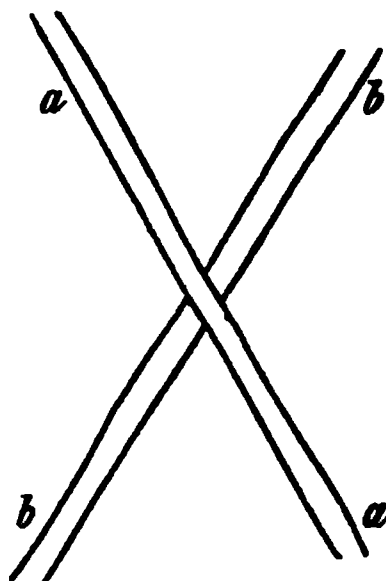


Fig. 2. Durchsetzung eines älteren Ganges von einem jüngeren.

2. Der eine Gang *a* (Fig. 2) durchsetzt den andern *b* selbständig, während der letztere ohne Zertrümmerung an dem ersteren absetzt. Bei solchem Verhalten ist der Durchsetzer *a* der jüngere.

In beiden Fällen bilden die Gänge ein Scharkreuz, wenn sie sich unter spitzem, ein Winkelkreuz, wenn sie sich unter rechtem Winkel schneiden. Geschieht die Durchsetzung in der Fallungslinie, so bildet sich ein Fallkreuz.

3. Die Gänge streichen nach ihrem Zusammentreffen (Scharen) gemeinschaftlich fort (schleppen sich) und bleiben entweder für immer beisammen, oder der eine Gang durchsetzt in einiger Entfernung den andern und streicht selbständig weiter fort, oder endlich sie trennen sich wieder ohne Durchsetzung.

4. Der durchsetzte Gang ist in seinem Streichen auf der andern Seite des Durchsetzers nicht aufzufinden, stößt aber vor demselben ohne wesentliche Zertrümmerung glatt ab; in diesem Falle hat man mit einer Verwerfung zu thun, während nach den bisher geltenden Ansichten eine Gangablenkung¹⁾ vorliegt (§ 53), wenn der Gang sich vor dem Durchsetzen zertrümmert zeigt, ein Fall, welcher besonders dann einzutreten scheint, wenn der Durchsetzer eine faule Ruschel ist. Biegt sich der Gang vor dem Verwerfer um, ohne von demselben durchsetzt zu werden, und schleppt sich in dem Verwerfer bis zum Auskeilen fort, um auf der andern Seite weiter fortzustreichen, so hat eine Verschiebung (§ 54) des Ganges stattgefunden.

1) v. Groddeck, Erzlagerstätten, S. 50. — W. Fuchs, Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten. Wien 1856. S. 78—80. — J. Grimm, B. u. H. Jahrb. d. k. k. Mont. Lehranst. 1856. Bd. V. S. 153 u. 154, und Österr. Zeitschr. für B. u. H.-Wesen. 1866. S. 121. — H. Credner, Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. XVII. 1865. S. 216. — Babanek, Österr. Zeitschr. für B. u. H.-Wesen. 1871. S. 348.

Während der durchsetzende Gang bei einer Verwerfung der jüngere ist, muß er bei einer Ablenkung der ältere sein.

§ 35. **Stockwerke** sind Stöcke von massigen Gesteinen (Gneiß, Granit, Porphyr), welche so dicht mit Netzgängen durchsetzt und auch zwischen diesen so reichlich mit Erz erfüllt sind, daß man fast die ganze Masse abbauen kann (Zinnstockwerke bei Altenberg und Zinnwald im Erzgebirge, Hubertusstockwerk bei Schlaggenwald in Böhmen).

§ 36. **Höhlenfüllungen.** — Diese Lagerstätten gehören sämtlich zu den unregelmäßig gestalteten und werden als Stöcke, Butzen, Nester und Nieren bezeichnet, vergl. § 7. Neben den in Kalksteinen oder Dolomiten aufsetzenden Gängen oder Klüften (Blättern in den Alpen) finden sich oft durch Auswaschung entstandene Hohlräume, in denen sich Mineralien abgesetzt haben. Geeignetenfalls ist auch gleichzeitig eine Umwandlung des Gesteins eingetreten¹⁾, vergl. § 37.

Am häufigsten sind Blei-, Zink- und Eisenerzlagerstätten dieser Art.

Mit Bleiglanz und mehr oder weniger Zinkblende erfüllte Höhlen finden sich in den silurischen Kalksteinen am oberen Mississippi, in den devonischen Kalksteinen von Brilon und Iserlohn in Westfalen, im Kohlenkalk Englands (Derbyshire und Cumberland), in den Triaskalken von Raibl in Kärnthen, Wiesloch in Baden und Tarnowitz in Oberschlesien. Sehr charakteristische Beispiele von Höhlenfüllungen liefern ferner die Böhnerze, welche in den Kalksteinen des französischen und schweizerischen Jura, sowie in denjenigen der Vogesen, des südlichen Schwarzwaldes, der östlichen Alpen, im fränkischen Jura u. s. w. angetroffen werden.

D. Metamorphische Lagerstätten.

§ 37. **Beispiele.** — Die Galmeilagerstätten (Galmeistöcke und Nester von Moresnet bei Aachen, Raibl in Kärnthen, Beuthen in Oberschlesien, Santander in Spanien u. s. w.) sind zwar zum Teil Höhlenfüllungen, jedoch nachweislich nichts anderes, als in oxydische Zinkerze umgewandelte Kalksteine, gehören also zweifellos zu den metamorphischen Lagerstätten.

Eine ganz analoge Entstehung haben viele Eisen- und Manganerzstöcke und Nester, so die butzenförmigen Eisenerzlagerstätten im Iberg bei Grund im Harz, die Brauneisenerzlagerstätten in den dolomitischen Zechsteinkalken der Gruben Stahlberg und Mommel bei Schmalkalden, ebenso die des Hügels bei Osnabrück, ferner die Manganerzlagerstätten der Umgegend von Gießen und des Kreises Wetzlar.

Zu den metamorphischen Lagerstätten gehören mit Ausnahme etwaiger echter Gänge auch diejenigen, welche im Bereiche der Kontakthöfe von Eruptivgesteins-Stöcken und -Gängen (Granit, Diorit u. s. w.) gefunden werden. In diesen pflegen die Erze mit Silikaten, welche den Kontaktgesteinen eigen sind (Granat, Strahlstein u. s. w.) verwachsen zu sein.

1) v. Groddeck, a. a. O., S. 234.

Magneteisen, Kupferkies, silberhaltigen Bleiglanz, Zinkblende u. s. w. führende sogen. Kontaktstöcke der Umgegend von Christiania und Drammen in Norwegen, die im Banat und in den angrenzenden Distrikten auftretenden stockförmigen Lagerstätten von Rézbanya, Morawicza, Dognaczka, Orawicza und Cziklowa gehören hierher.

Kapitel III.

Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager.

§ 38. **Allgemeines.** — Unter »Störungen« versteht man diejenigen Veränderungen, welche die Lage und Form der Gänge, Flötze und Lager seit ihrer Entstehung erlitten haben.

Außer der Faltung gehören hierher besonders diejenigen Störungen der Lagerstätten, welche man mit dem allgemeinen Namen »Verwerfungen« bezeichnen kann. Dieselben sind solche Störungen, bei denen sowohl der Zusammenhang als auch die streichende Richtung der vorstehend genannten Lagerstätten unterbrochen ist, so daß man die Fortsetzung derselben seitwärts im tauben Gestein wieder aufsuchen muß.

Von diesen Verwerfungen sind je nach ihrer Entstehung vier Arten zu unterscheiden:

1. Faltenverwerfungen oder Wechsel.
2. Spaltenverwerfungen oder Sprünge.
3. Verschiebungen.
4. Gangablenkungen.

Für die Ausrichtung verworfener Lagerstätten giebt es gewisse, weiter unten zu betrachtende Regeln. Dieselben stammen jedoch aus einer Zeit, in welcher man weder Faltenverwerfungen noch Verschiebungen und Gangablenkungen, sondern lediglich Spaltenverwerfungen kannte. Jene Regeln sind denn auch lediglich aus der Entstehung der Spaltenverwerfungen abgeleitet, sie sind gewissermaßen die bildliche Reproduktion des natürlichen Vorganges in Modell und Zeichnung, oder der rechnungsmäßige Ausdruck der absolut gesetzmäßigen Beziehungen bei Entstehung der Verwerfungen. Ist die Entstehung nach anderen Gesetzen erfolgt, so können auch jene Regeln nicht passen, während sie für die reinen Spaltenverwerfungen stets denselben Wert behalten werden.

Hieraus folgt aber die Notwendigkeit, die einzelnen Arten der Verwerfungen von einander unterscheiden zu lernen und für jede derselben besondere, aus ihrer Entstehung abgeleitete Regeln für die Wiederausrichtung aufzustellen.

A. Faltung.

§. 39. **Ursache und Folgen der Faltung.** — Die zwischen den Gesteinsschichten eingelagerten Flötze und Lager müssen naturgemäß an allen Umänderungen beteiligt gewesen sein, welche die Gesteinsschichten seit ihrer ursprünglich horizontalen Ablagerung erlitten haben. Das Resultat dieser Umänderungen ist zunächst die Faltung, welche man an vielen Gesteinsschichten bemerkt, d. h. dieselbe Erscheinung, welche man wahrnimmt, wenn man ein Tischtuch auf einem Tische zusammenschiebt. Für die Faltung der Gesteinsschichten nimmt man einen horizontal wirkenden Druck an und erklärt sich denselben durch das Einsinken einzelner Teile der Erdrinde infolge fortschreitender Erkaltung und Einschrumpfung derselben. Bewegten sich aber einzelne Teile der Erdrinde vermöge ihrer Schwerkraft nach dem Mittelpunkte der Erde hin, so wirkten sie nach den Gesetzen des Keiles, drängten also die emporragenden Teile der an der Einsenkung nicht beteiligten Gesteinsschichten in horizontaler Richtung zusammen und veranlaßten innerhalb derselben die Bildung von Sätteln und Mulden, deren Formen gewöhnlich abgerundete, siehe Fig. 3, mitunter aber auch, wie z. B. in der Umgegend von Aachen und in Belgien, zickzackförmige sind, siehe Fig. 4.



Fig. 3 (Profil). Abgerundete Sättel und Mulden.

Fig. 3 giebt zugleich ein ideelles Bild des westfälischen Steinkohlengebirges in einem von Norden nach Südengerichtetensenkrechteten Schnitte, aus welchem zu entnehmen ist, daß die Richtung des Druckes von Süden nach Norden gewesen sein muß, weil die Sättel und Mulden nach Norden hin immer flacher werden.

Fig. 4. Geknickte Faltung.

Die einfachste Form der Mulde ist die geschlossene; bei ihr bildet ein

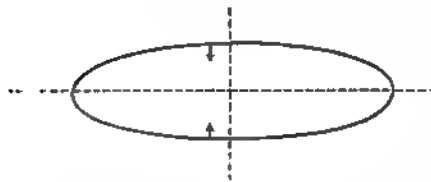


Fig. 5. Geschlossene Mulde.

Horizontalschnitt eine in sich zurücklaufende Linie, siehe Fig. 5, während dies bei den geöffneten Sätteln und Mulden, siehe Fig. 6, nicht der Fall ist.

Diejenige Linie, welche die tiefsten Punkte einer Mulde, bzw. eines Sattels verbindet,

heißt Muldenlinie (*cd* und *gh* in Fig. 6) bzw. Sattellinie (*ab*, *ef*, *ik* in Fig. 6).

Flötzteile, welche seitwärts von diesen Linien liegen, heißen Flügel; dieselben werden nach den Weltgegenden näher bezeichnet, z. B. Muldenordflügel, Sattelsüdflügel u. s. w. Mit Muldenwendung, bzw. Sattelwendung bezeichnet man die Verbindung zweier Mulden- bzw. Sattelflügel.

Ein Flötz oder eine Gesteinschicht machen einen Luftsattel oder satteln in der Luft, wenn der eigentliche Sattel an der Tagesoberfläche oder an der unteren Begrenzung jüngerer, diskordant überlagernder Gebirgsschichten (z. B. Emscher Mergel in Westfalen) abgeschnitten erscheint, oder vielmehr durch Erosion entfernt ist und man denselben durch Konstruktion ergänzen muß, wie es in Fig. 7 durch punktierte Linien geschehen ist. Die Flötze *a* und *b* machen einen Luftsattel, das Flötz *c* sattelt unter Tage.

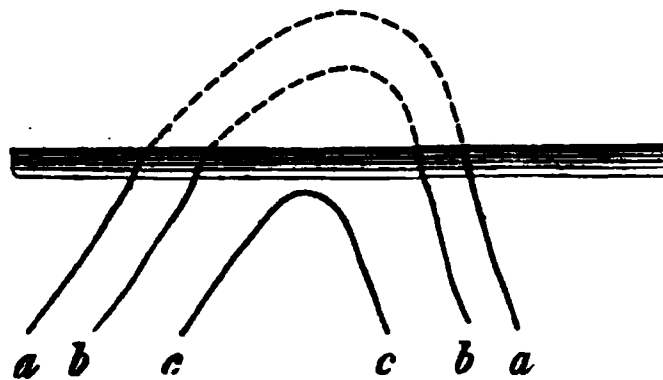


Fig. 7. Luftsattel.

Hat ein Sattel eine lokale Einbiegung oder eine Mulde eine lokale Erhebung, so spricht man im ersteren Falle von Sattelmulde, im anderen von Muldensattel. Ferner ist eine Hauptmulde diejenige, welche durch auftretende Sättel in mehrere kleinere Mulden — Spezialmulden — zerfällt. Ihnen entsprechen die Hauptsättel und Spezialsättel.

Während sich Spezialsättel und Spezialmulden in der Regel sowohl nach dem Streichen, als auch in den tieferen Schichten verlieren, haben die Hauptsättel und Hauptmulden meistens eine bedeutende Ausdehnung.

Für die Veränderungen, welche die Form mancher Steinkohlenflötze durch Faltung erfahren hat, liefern die Fig. 8—11¹⁾ interessante Beispiele: Fig. 8 stellt das Kohlenvorkommen genannt »La grande masse« von Ricamarie bei St. Etienne dar und entspricht vollkommen dem Rammelsberger Erzlager, s. Fig. 12. Die Fig. 9 und 10 zeigen das Flötz von Creuzot. Dasselbe ist 12 bis 14 m, in den gestauten Teilen sogar bis 40 m mächtig. In Fig. 11 ist das Flötz von Montchanin dargestellt, welches 30—60 m mächtig ist, sich im Streichen aber kaum über 600 m weit erstreckt. Nach der Teufe nimmt die Mächtigkeit ab, weil dort die Stauungen aufhören.

1) Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig, 1885. S. 27, 63, 64.

Das Rammelsberger Erzlager¹⁾ bietet ein interessantes Beispiel für Störungen eines Lagers durch Überkippung dar, siehe Fig. 12, d. h. für eine Faltung von solcher Intensität, daß die Flügel der Mulden und Sättel nach derselben Richtung einfallen und die älteren Gesteinsschichten an dem

Fig. 8.
«La grande masse». Steinkohlenflöz von Bicamarie bei St. Etienne.
(Nach Demanet.)

Fig. 9.
Steinkohlenflöz in Creusot.
(Nach Demanet.)

Fig. 10.

übergekippten Flügel über den jüngeren liegen. Außerdem sind im vorliegenden Falle die Schieferschichten unweit der Überkippung ganz flach

Fig. 11.
Steinkohlenflöz von Montchanin.
(Nach Demanet.)

Fig. 12.
Rammelsberger Erzlager.
(Ideelles Profil.)

gelagert, haben also der faltenden Kraft erfolgreich widerstanden und zwar auf Kosten der, zwischen diesen flach gelagerten Schichten und dem jetzigen Liegenden des Lagers befindlichen Schieferschichten, welche zu einer ganzen Reihe von Faltenverwerfungen²⁾ zusammengepreßt sind. Die bedeu-

¹⁾ Preuß. Ztschr. 1882. Bd. 30. S. 34 und Nachtrag S. 278.

²⁾ Ebenda, S. 44.

dendste derselben bildet nach Stelzner¹⁾ eine »ruschelartige Zerrüttungszone«, die Rammelsberger Bergleute kennen sie als milde, von Quarz und Kalkspathschnüren durchzogene Schieferschicht und nennen sie »Leitschicht«, weil sie stets im Liegenden des Lagers auftritt und nach Wimmer²⁾ die eigentliche Begrenzungsfläche des Lagerhorizontes bildet.

B. Verwerfungen.

1. Faltenverwerfungen.

§ 40. Allgemeines. — Die Bildung von einfachen Sätteln und Mulden oder von Überkippungen war, wie auch schon aus dem oben beschriebenen Verhalten der liegenden Schieferschichten des Rammelsberger Erzlagers hervorgeht, nicht immer das Endresultat der faltenden Kraft. An einzelnen Stellen der Erdrinde traf dieselbe auf besonders große Widerstände, welche die Veranlassung waren, daß, dre einen Sattel und eine Mulde verbindende, Teil der gefalteten Gebirgsschichten, der »Mittelschenkel« A, siehe Fig. 13, etwa in der Weise zusammengepreßt wurde, wie es die Fig. 14 bis 17 in vier Stadien zeigen. Da-

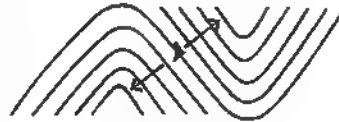


Fig. 13.
Sattel und Mulde nebst Mittelschenkel.



Fig. 14.



Fig. 15.

Entstehung einer Faltenverwerfung nach Heim.

Fig. 16.

Fig. 17.

bei ist jedoch zu bemerken, daß bei allen vom Verfasser bisher beobachteten Faltenverwerfungen der Mittelschenkel nicht einfach zusammengepreßt, sondern auf das bunteste und feinste gefältelt ist und daß stets schon in einiger Entfernung von der eigentlichen Störung besonders die Schieferschichten eine scharfe und bunte Faltung zeigen³⁾. Sandsteinschichten sind wegen ihrer größeren Festigkeit nur einfach umbogen.

1) Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 33, 4. S. 809.

2) Preuß. Ztschr. (1877). Bd. 26. S. 124.

3) Vergl. Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. Taf. XVI, Fig. 40 und Taf. XVII, Fig. 47.
49. 24.

Die Faltenverwerfungen sind danach, wie es zuerst A. Heim¹⁾ in Zürich erkannt hat, lediglich das Endresultat einer intensiven Faltung. Da man die in den Fig. 14 bis 17 dargestellten Stadien im Streichen einer und derselben Faltenverwerfung beobachten kann, so ist die vorstehend behauptete Entstehungsweise der Faltenverwerfungen unbedenklich nicht als Hypothese, sondern als absolut feststehende Thatsache zu bezeichnen. Auf Zeche Ver. Mansfeld bei Langendreer z. B. ist eine Faltenverwerfung in dem einen Querschlage noch sehr intensiv und deutlich, 50 m weiter nördlich dagegen ist sie in eine einfache Faltung aufgelöst. Dasselbe Verhalten findet man auf der Mariagrube bei Höngen im Flötze E.²⁾

Aus diesem Umstande lassen sich verschiedene Folgerungen zur Charakterisierung der Faltenverwerfungen ableiten. Zunächst sind es Verwerfungen, welche stets im Streichen der Gebirgsschichten auftreten, man wird deshalb einen vollständigen Querschnitt einer Faltenverwerfung bei Flötzen und Lagern nur in den Wangen der Querschläge finden. Ferner treten Faltenverwerfungen immer in der Nähe von Mulden- oder Sattellinien, also überhaupt nur in gefalteten Gebirgsschichten auf. Der zusammengepreßte Mittelschenkel muß stets in derselben Richtung, nur etwas steiler einfallen, als das gefaltete Flötz, denn wäre das Einfallen des Mittelschenkels *ab* in Fig. 17 flacher als dasjenige des Flötzes, so müßte der erstere das Flötz durchsetzen, was bei einer Faltung nicht möglich ist. Eine weitere Eigenschaft der Faltenverwerfungen ist diejenige, daß das verworfene Flötz in demselben Horizonte mindestens zweimal auftritt, siehe Fig. 22. Dabei kann es allerdings vorkommen, daß das Flötz nicht bis zu einer tieferen Sohle herabkommt, wie in Fig. 18.

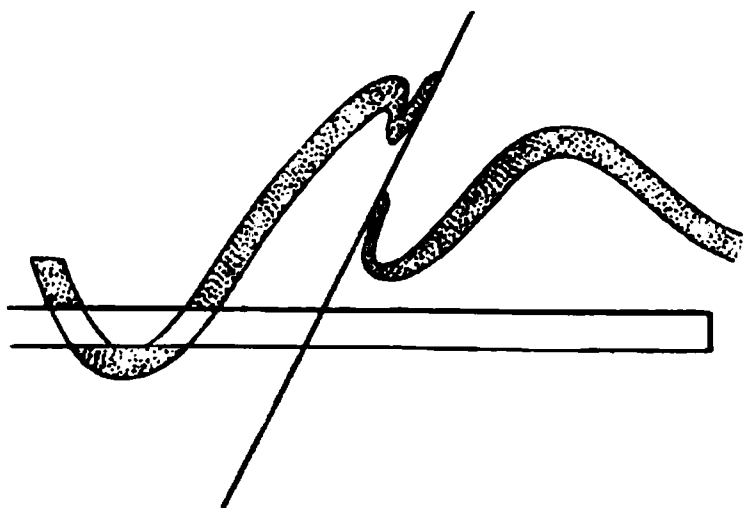


Fig. 18 (Profil).
Faltenverwerfung.

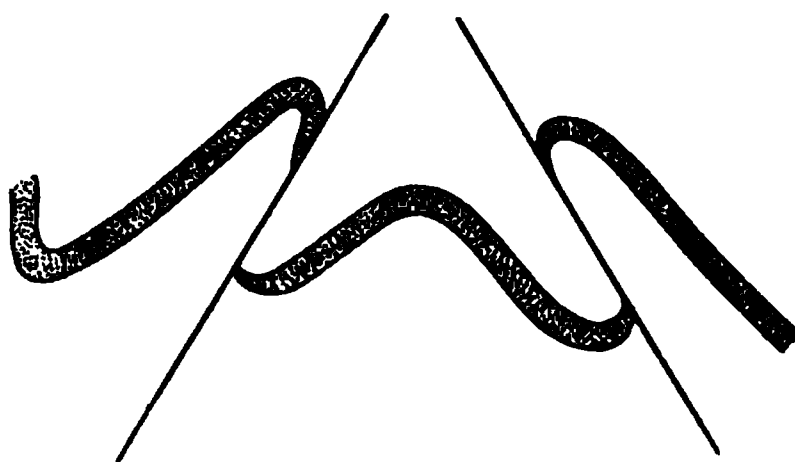


Fig. 19 (Profil).
Doppelte Faltenverwerfung.

Außer diesen einfachen Faltenverwerfungen kommen u. a. in Westfalen auch ziemlich häufig doppelte mit entgegengesetztem Einfallen des Mittelschenkels vor, siehe Fig. 19.

1) A. Heim, Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878.

2) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 209.

Aus der Entstehung der Faltenverwerfungen folgt weiter, daß bei ihnen von einer »Verwerfungskluft« im Sinne der Spaltenverwerfungen nicht die Rede sein kann; das, was man bisher »Wechselkluft« genannt hat ($a b$ in Fig. 17), ist eher das Gegenteil einer Kluft, d. h. eine durch Pressung und Fältelung mehrerer Gesteinsschichten entstandene, bei frischem Anbruch dichte, später durch Verwitterung der thonigen Bestandteile sich schmierig und sandig anfühlende Gesteinspartie.

Naturgemäß wird eine Faltenverwerfung beim Grubenbetriebe auch im Streichen nach beiden Seiten hin aufgeschlossen werden und sich dann, vorausgesetzt, daß sie sich nicht in einfache Faltung auflöst, so darstellen, wie es in Fig. 20 gezeichnet ist. Ein Schnitt nach $a b$ ergibt wieder das bekannte Bild Fig. 21.

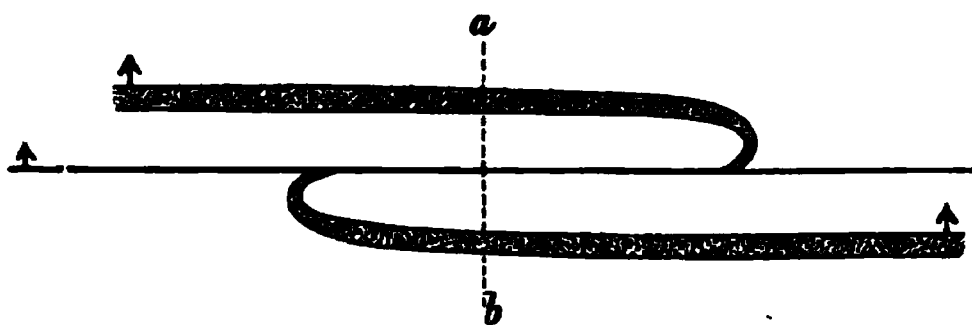


Fig. 20 (Grundriß).
Grundriß einer Faltenverwerfung.

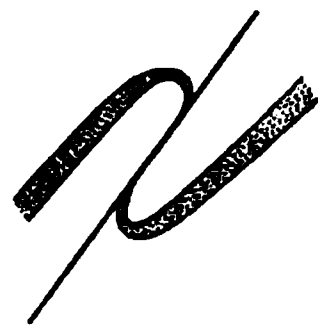


Fig. 21.
(Schnitt nach $a b$.)

Faltenverwerfungen können nur bei Flötzen und Lagern, nicht aber bei Erzgängen im älteren Gebirge (Silur, Devon, Kohlenformation) vorkommen, denn Gänge sowohl, als die andern ausgefüllten Spalten (Sprünge und faule Ruscheln), sind jünger als ihr Nebengestein und auch jünger als die Faltungen desselben.

Bei allen flach liegenden, nicht gefalteten oder steil aufgerichteten Gesteinsschichten und Lagerstätten können weder Faltenverwerfungen, noch Verschiebungen, sondern lediglich Spaltenverwerfungen auftreten.

§ 41. Ausrichtung der Faltenverwerfungen. — Hat man, was nach Vorstehendem leicht sein dürfte, z. B. beim Betriebe eines Querschlages eine Störung als Faltenverwerfung erkannt, so kann man sich aus der Entstehung derselben den Weg, welchen man zur Ausrichtung des verworfenen Flötzteiles einzuschlagen hat, in jedem Falle ohne Schwierigkeit ableiten. Dabei ist es von Wichtigkeit, hinter der Verwerfung oder dem Mittelschenkel die Faltungen der Gebirgsschichten genau zu beobachten, weil man aus der, mit Hilfe der Faltungen zu entwerfenden, Profilzeich-

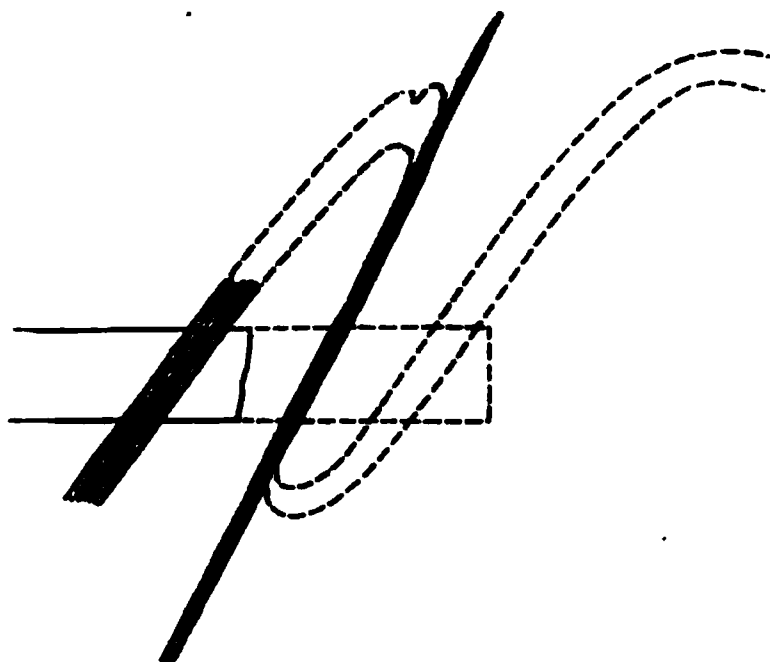


Fig. 22. Ausrichtung einer Faltenverwerfung.

nung in den meisten Fällen auch auf das Verhalten des verworfenen Flötzstückes schließen kann. Ist dasselbe derart, wie es Fig. 22 darstellt, so wird man die Ausrichtung durch die in den meisten Fällen ohnehin nötige Fortsetzung des Querschlages bewirken.

Kommt das Flötz nicht bis zum Querschlage herab, wie in Fig. 48, oder setzt dasselbe unter der Querschlagssohle in flachen Sätteln und Mulden fort, so muß man das verworfene Flötzstück event. durch Überbrechung bzw. schwebende Strecken oder Absinken ausrichten. Eine bestimmte Regel läßt sich bei derartigen Zufälligkeiten überhaupt nicht aufstellen.

§ 42. **Größe der Faltenverwerfungen.** — Die Größe der Faltenverwerfungen ist verschieden, sie kann sehr gering sein, aber auch bis zu mehreren hundert Metern seigerer Höhe auftreten. So beträgt sie bei dem »Sudan«, einer sehr ausgedehnten Faltenverwerfung in Westfalen, 200 bis 300 m, bei einer andern auf Zeche Eintracht Tiefbau bei Steele 500 m. Eine der Faltenverwerfungen im Wormreviere bei Aachen hat eine flache Höhe von 150 m.

2. Spaltenverwerfungen.

§ 43. **Erklärung.** — Die Spaltenverwerfungen oder Sprünge sind diejenigen Verwerfungen, bei denen der im Hangenden eines Verwerfers befindliche Teil einer Lagerstätte durch Senkung eine tiefere Lage angenommen hat, als der liegende Teil, siehe Fig. 23, wobei in den meisten Fällen die Erscheinung eintritt, daß die Lagerstätten auch im Streichen abgeschnitten sind und hinter dem Verwerfer mehr oder weniger weit nach der einen oder andern Seite hin wieder aufgesucht (ausgerichtet) werden müssen, siehe Fig. 24.

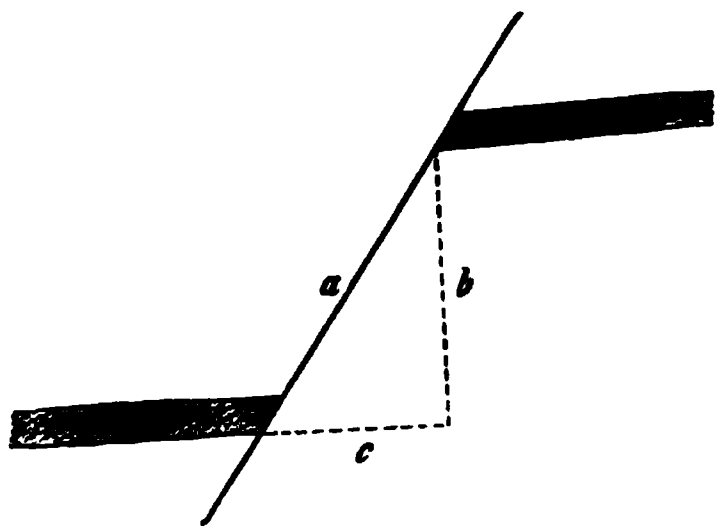


Fig. 23. (Profil.)
Sprunghöhe und Sprungweite.

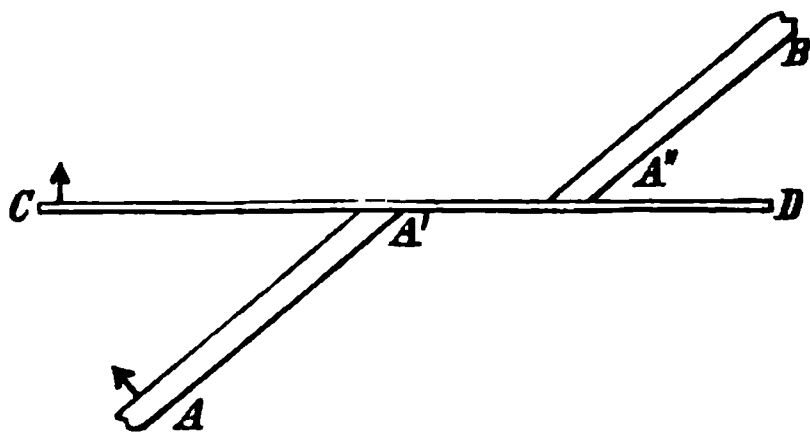


Fig. 24.
Spaltenverwerfung. (Grundriß.)

Daß derartige Verwerfungen durch Senkung der, im Hangenden des Verwerfers liegenden, Gebirgsschichten entstanden sind, und daß hierbei das Liegende des Verwerfers die Unterlage bildete, hat zuerst Bergrat Schmidt¹⁾ in Siegen nachgewiesen.

1) Schmidt, Theorie der Verschiebung älterer Gänge. Frankfurt 1840.

Derartige reine Spaltenverwerfungen kommen besonders in flach gelagerten Gebirgsschichten recht häufig vor, vgl. §§ 40 u. 50. Ältere Gänge werden von jüngeren, Flötze und Lager nebst den sie umschließenden Gesteinschichten durch Sprungklüfte, Gesteinschichten allein durch Gänge verworfen.

Alle derartigen Verwerfer, seien es Gänge oder Sprünge, müssen naturgemäß jünger sein, als die verworfenen Lagerstätten; so mußte z. B. der Gang oder das Flötz *AB* in Fig. 24 schon vorhanden, also älter sein, als der Verwerfer (Gang bzw. Sprung) *CD*.

§ 44. Entstehung der Spaltenverwerfungen. — Daß man sich ein klares Bild aller Verwerfungen nur dann machen kann, wenn man sich die Vorgänge bei der Entstehung vergegenwärtigt, ist schon bei den Faltenverwerfungen nachgewiesen und auch bei den Spaltenverwerfungen notwendig.

Aus der im § 23 mitgeteilten Verwandtschaft folgt, daß Gänge und Sprünge, sowie auch die mit den letzteren analogen Ruscheln in Gangrevieren, derselben Ursache ihre Entstehung verdanken¹⁾. Dieselben sind ausgefüllte Spalten, folglich muß das Aufreißen von Spalten der Anfang ihrer Entstehung sein.

Als Ursache dieser Wirkung betrachtet man bis jetzt wiederum die, durch Einsinken der Erdrinde entstandene, horizontale Kraft, welche bereits als Ursache der Faltung (S. 48) angenommen ist. War das Gebirge durch fortgesetztes Falten und Zusammenpresen kompakter geworden, so konnten bei fortgesetzter Druckwirkung Spalten in der Richtung der letzteren aufreißen.

Berücksichtigt man aber den Umstand, daß z. B. am nordwestlichen Oberharz sämtliche Gänge dasselbe (südwestliche) Einfallen haben und daß man auch in Westfalen zwei Systeme von Sprüngen unterscheiden kann, von denen das eine westlich, das andere östlich einfällt, so ist es mit jener Druckwirkung allein nicht zu erklären, wie ein so regelmäßiges Einfallen entstehen konnte.

Da jedoch die Thatsache einer Senkung der hangenden Gebirgsschichten der Verwerfer zweifellos feststeht, so braucht man nur anzunehmen, daß diese Senkung begrenzter Teile der Erdrinde²⁾ schon beim Aufreißen der Spalten thätig war, es liegt sogar die Möglichkeit nahe, daß das Aufreißen der Spalten diesem Umstande allein zuzuschreiben ist.

Daß dabei das Einfallen der Spalte nach dem einsinkenden Teile der Erdrinde gerichtet oder höchstens senkrecht sein mußte, ist an und für sich klar, wird aber noch dadurch bestätigt, daß diejenigen Risse, welche über Tage an der Grenze von Sicherheitspfeilern in Folge des Abbaues von flach liegenden Kohlenflötzen entstehen, dasselbe Verhalten zeigen.

Gleichzeitig folgt aus Vorstehendem, daß die, auf die beschriebene Weise entstandenen, Spalten, mögen wir sie jetzt in Gestalt von Gängen, Ruscheln oder Sprüngen vor uns haben, in der Regel ein steiles Einfallen

1) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 206.

2) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 496.

haben müssen, wie es in der That auch der Fall ist, und daß man alle flach einfallenden Verwerfer in erster Linie nicht als Spaltenverwerfer zu betrachten hat.

Spaltenverwerfungen können sowohl in stark gefalteten und steil aufgerichteten, als auch in flach gelagerten Gebirgsschichten auftreten, vergl. § 40.

§ 45. **Alter der Spalten.** — Spalten, welche einer und derselben Ursache ihre Entstehung verdanken, also wahrscheinlich auch einer und derselben Bildungszeit angehören, fallen, wie sich aus Vorstehendem ergibt, nach derselben Richtung ein. Setzen mehrere derartige Spalten nahe bei einander auf, so bilden die verworfenen Gebirgsteile eine Terrasse, siehe Fig. 25.

Ein solches Verhalten hat für den nordwestlichen Oberharz zuerst v. Groddeck nachgewiesen. Dort befinden sich im Liegenden der nördlichsten Gangzüge die älteren devonischen Gesteine, im Hangenden der südlichsten Gangzüge die jüngsten Kulmschichten¹⁾. Auch bei den übrigen Oberharzer Gängen ist eine Verwerfung des Nebengesteins in vielen Fällen deutlich nachzuweisen.

Spalten von entgegengesetztem Einfallen gehören wahrscheinlich einer anderen Periode an. Auch muß man annehmen, daß dieselben sich ebenso wie die Gänge durchsetzen können, so daß man auch hier Verwerfer, also jüngere Spalten, und verworfene, also ältere Spalten, zu unterscheiden hat.

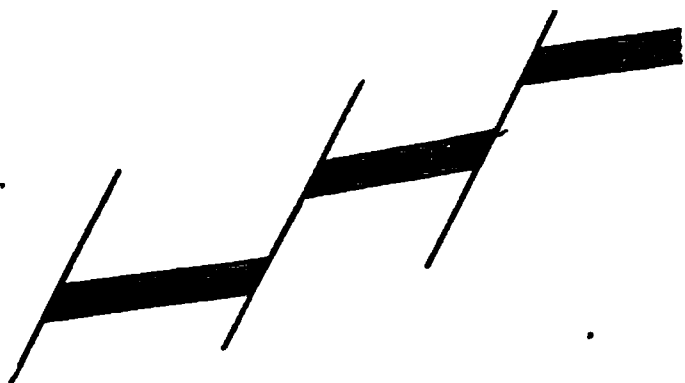


Fig. 25. Terrassenförmige Verwerfung.

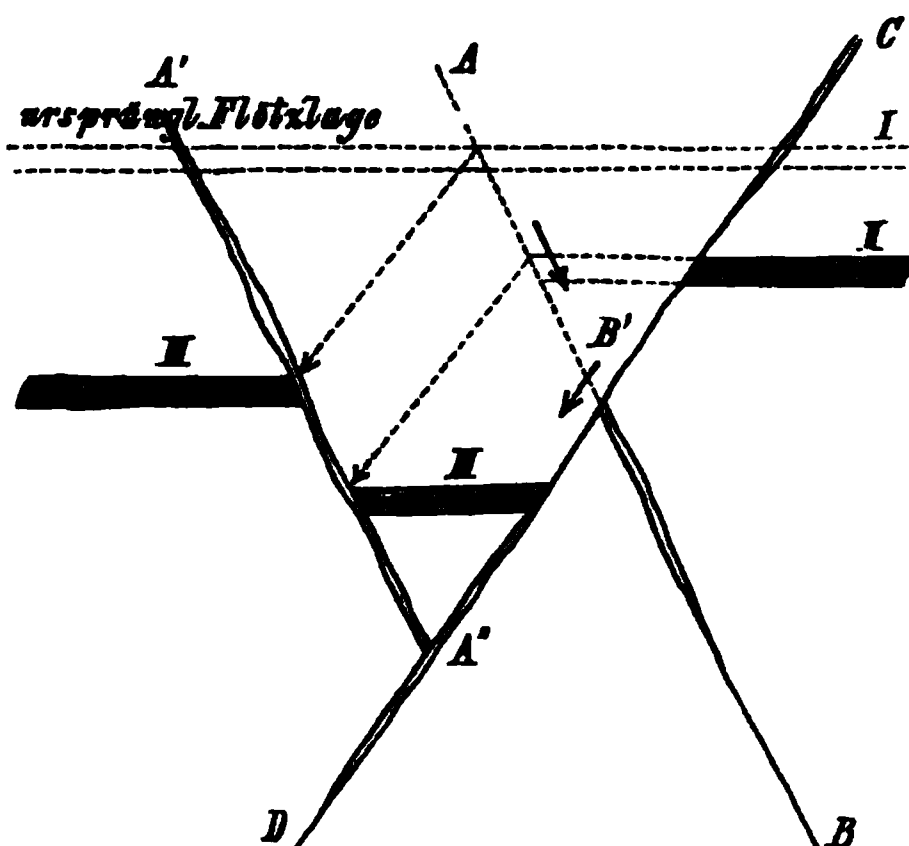


Fig. 26. Durchsetzung zweier Sprünge (Graben).

Auf andere Weise lassen sich Erscheinungen, wie sie in Fig. 26 (Graben) und Fig. 27 (Horst) dargestellt sind, schwer erklären, während sich für das gegenseitige Durchsetzen und Verwerfen genügende Analogieen bei den Gängen und auch entsprechende Beispiele von Spalten oder Sprüngen anführen lassen²⁾.

¹⁾ v. Groddeck a. a. O. S. 36. 37. 229. — Daß am nordwestlichen Oberharz eine gegenseitige Verwerfung der Gänge kaum zu finden ist, vgl. H. Hofer in Österr. Ztschr. 1886, S. 350, findet seine Erklärung darin, daß die Gänge unter einander mehr oder weniger parallel sind, sowie in dem Umstande, daß sie bei ihrem gleichmäßigen Einfallen (vgl. S. 25) einer und derselben Entstehungsperiode angehören.

²⁾ Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 207.

In dem Falle Fig. 26 fand zunächst eine Senkung an der älteren Spalte AB statt, so daß das Flötz aus seiner ursprünglichen Lage I in die Lage II kam; sodann wurde durch den jüngeren Verwerfer CD sowohl der im Hangenden desselben befindliche Teil AB' des Sprunges AB in die Lage $A'A''$, als auch die hangenden Flötzstücke in die Lage III gebracht. Ähnlich war der Vorgang in Fig. 27.

Die Spaltenverwerfungen (Sprünge) durchsetzen erfahrungsgemäß die Falten und Faltenverwerfungen, sind also auch jünger als diese.

§ 46. Sonstige bei Spaltenverwerfungen vorkommende Beziehungen. — Rechtsinnig fallende Sprünge sind solche, deren Fallrichtung mit derjenigen des Flötzes einen Winkel von 90° und darunter einschließt. Beträgt derselbe Winkel mehr als 90° , so nennt man die Sprünge widersinnig.

Die Größe der Spaltenverwerfungen (Sprunghöhe) wird nach verschiedenen Richtungen gemessen. In Fig. 23 ist a die flache Sprunghöhe, d. h. die Entfernung der beiden Lagerstättenteile, in der Ebene des Verwerfers gemessen, b ist die seigere Sprunghöhe, oder der senkrechte Abstand beider Flötzteile, endlich c die söhlige Sprungweite.

Die Größe der Sprunghöhe zeigt sich die Eigentümlichkeit, daß dieselbe bei ein und derselben Spaltenverwerfung wechselt¹⁾.

Bei der Sprunghöhe zeigt sich die Eigentümlichkeit, daß dieselbe bei ein und derselben Spaltenverwerfung wechselt¹⁾. Da man ferner bei im Streichen wenig ausgedehnten Spaltenverwerfungen, deren Verlauf man deutlich verfolgen kann, fast regelmäßig die Beobachtung macht, daß die Sprunghöhe sich nach beiden Seiten hin verliert, so läßt sich dasselbe auch für die im Streichen ausgedehnteren Sprünge vermuten²⁾ und daraus ein Beweis für die Behauptung ableiten, daß das Einsinken der Erdrinde an einzelnen Teilen derselben, und auch innerhalb dieser, ungleichmäßig stattgefunden hat.

Die Sprunghöhe ist oft sehr unbedeutend, so daß die, durch den Verwerfer getrennten, Lagerstättenteile noch vor einander liegen. Andererseits aber giebt es Sprünge bis zu 900 m Höhe (Pendleton fault oder Great Irwell fault bei Manchester)³⁾ und solche, bei denen die hangenden Schichten bis in unbekannte Tiefen verworfen sind, wie die »Sandgewand« bei Aachen. Die Spal-

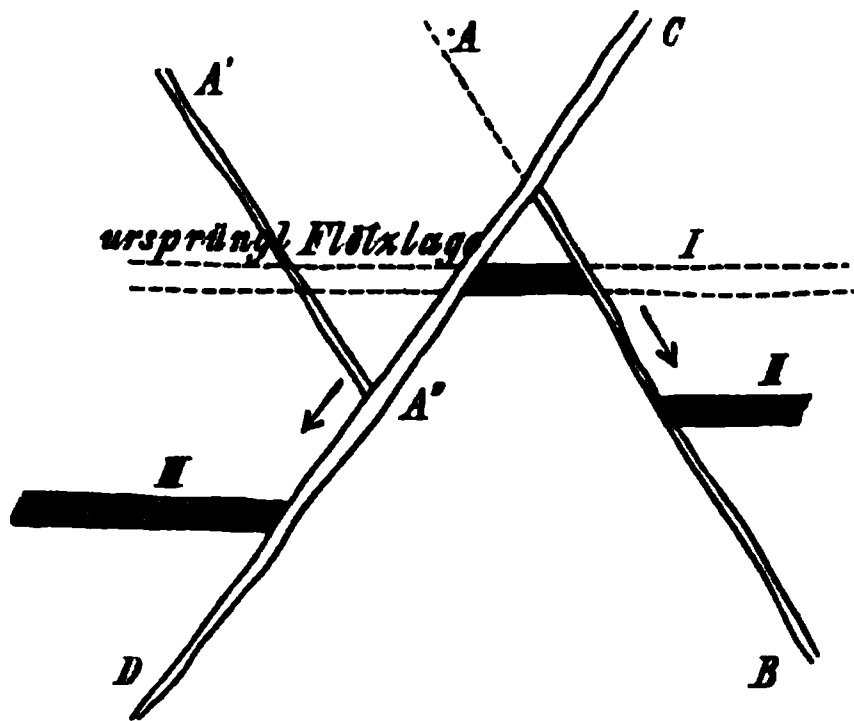


Fig 27. Durchsetzung zweier Sprünge (Horst).

1) Mietzsch, a. a. O. S. 493.

2) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 205.

3) Mietzsch, a. a. O. S. 183 u. 192.

tenverwerfungen sind in der Regel mehr oder weniger querschlägig, d. h. ihr Streichen weicht von demjenigen der Flötze so weit ab, daß sie zum Unterschiede von den Faltenverwerfungen beim Auffahren streichender Strecken in Flötzen und Lagern nahezu querschlägig oder doch unter spitzem Winkel angetroffen werden.

Geht man von dieser Entstehungsweise der Spaltenverwerfungen aus, so ist es einleuchtend, daß durch das Aufreißen der Spalte zunächst eine glatte Trennung der durchsetzten Lagerstätten stattfinden mußte, was mit der Thatsache übereinstimmt, daß bei Spaltenverwerfungen sowohl Gänge als Flötze an dem Verwerfer stumpf absetzen oder höchstens eine, bei der Senkung entstandene, schwache Umbiegung, jedoch ohne alle Fältelung, zeigen. Die letztere würde auf eine Faltenverwerfung, eine scharfe Umbiegung im Sinne einer horizontal wirkenden Kraft, unter allmählichem Auskeilen, auf eine Verschiebung (§ 51) deuten.

§ 47. Ausrichtung der Spaltenverwerfungen. — Fand bei einer Spaltenverwerfung die Senkung lediglich nach der Fallungslinie des Verwerfers statt, so muß sich dieser Vorgang auch im verjüngten Maßstabe, also durch Modell und Zeichnung, darstellen und daraus klar ersehen lassen, welche Lage der verworfene Teil der Lagerstätte nach der Senkung angenommen hat. Es muß dabei jedoch erwähnt werden, daß die Senkung nicht immer in der Fallungslinie stattgefunden hat, denn wenn während der Senkung ein seitlicher Druck thätig war, so erfolgte die erstere in einer zwischen der Fallungslinie und der Horizontalen liegenden Resultierenden. Daß solche Vorgänge thatsächlich geschehen sind, beweisen schräge Streifungen, welche man auf glatten Senkungsflächen häufig wahrnehmen kann¹⁾, vergl. § 50.

Der erste, welcher Regeln für die Ausrichtung reiner Spaltenverwerfungen aufstellte, war derselbe Bergrat Schmidt in Siegen, welcher, wie schon weiter oben bemerkt, auch zuerst erkannt hat, daß ein Teil der Verwerfungen auf Senkung des Hangenden beruht. Die Schmidt'schen (vier) Regeln sind jedoch ziemlich kompliziert und deshalb später durch v. Carnall in eine vereinfachte Form gebracht, welche für allgemeine Anwendung auf Gänge, Lager und Flötze in folgender Weise auszudrücken ist:

Trifft man beim Anfahren des Verwerfers auf dessen Hangendes, so hat man ihn zu durchbrechen und sodann in das Hangende der verworfenen Lagerstätte aufzufahren. Trifft man dagegen auf das Liegende des Verwerfers, so muß man nach seiner Durchbrechung die verworfene Lagerstätte durch Auffahren in das Liegende derselben aufsuchen.

Bei stumpfem Sprungwinkel ist die Regel umzukehren.

Unter Sprungwinkel²⁾ ist dabei derjenige Winkel SpW in Fig. 28 zu verstehen, welchen die Schnittlinie (AB) der verworfenen Lagerstätte und des

¹⁾ G. Köhler in Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 204. — H. Hofer in Österr. Ztschr. 1881. S. 167; 1886. S. 350.

²⁾ Robert Dannenberg, Über Verwerfungen. Braunschweig, 1884. S. 6.

Verwerfers mit demjenigen Teile CD der Streichlinie des Verwerfers macht, welcher in das Liegende der Lagerstätte hineingeht.

Die von Bergrat Zimmermann¹⁾ in Clausthal aufgestellte Regel kennt die Ausnahme des stumpfen Sprungwinkels nicht. Dieselbe lautet in allgemein gültiger Fassung:

Man errichte in dem Punkte D , siehe Fig. 29, in welchem der Verwerfer von C aus angefahren wurde, auf der Streichungslinie AB desselben nach dem Innern der Lagerstätte hin ein (horizontal liegendes) Lot DL , bestimme die Lage derjenigen Linie DM , in welcher sich die Ebenen des Verwerfers und der verworfenen Lagerstätte schneiden, verlängere die Linie DM nach dem entgegengesetzten Salbände hin $= DN$, bemerke, nach welcher Seite das Lot DL bei seiner Richtung nach dem entgegengesetzten Salbände von der Durchschnittslinie abweicht, und suche nach Überbrechung des Verwerfers auf derselben Seite, wohin das Lot abweicht (also in Fig. 29 nach A hin), die verworfene Lagerstätte auf.

Die Konstruktion ist einfach. Gesetzt, man führe in einem Flötze auf, welches unter einem Winkel von 55° einfällt und dessen Streichen durch die Linie AB , siehe

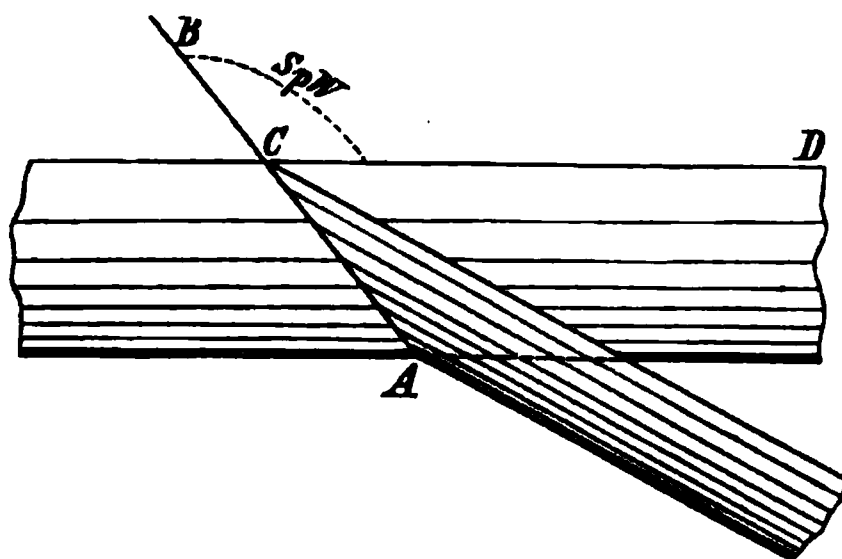


Fig. 28. Konstruktion des Sprungwinkels.

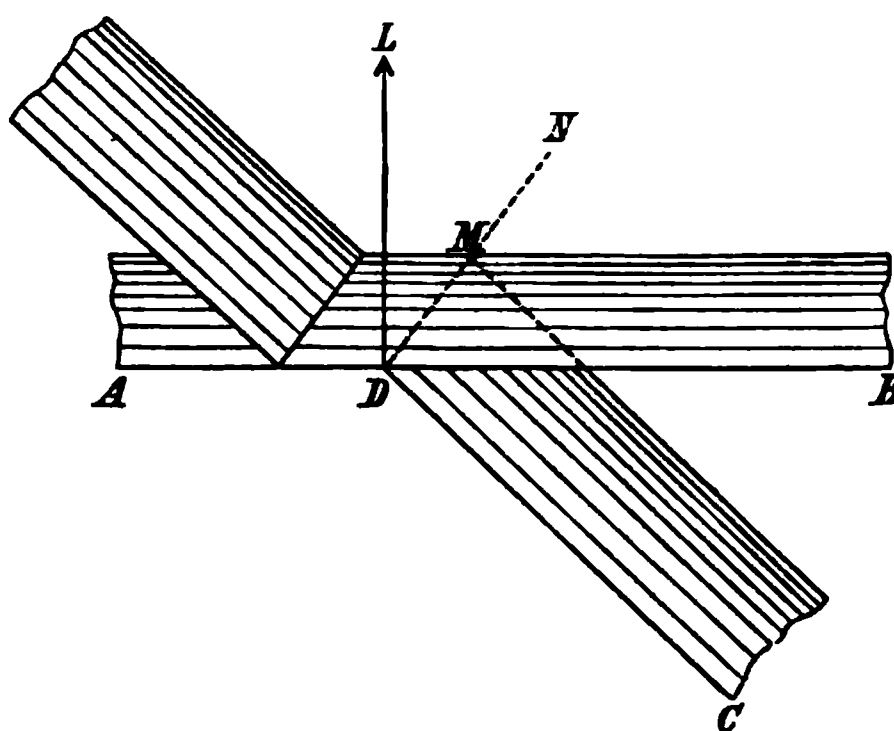


Fig. 29. Anwendung der Zimmermann'schen Regel.

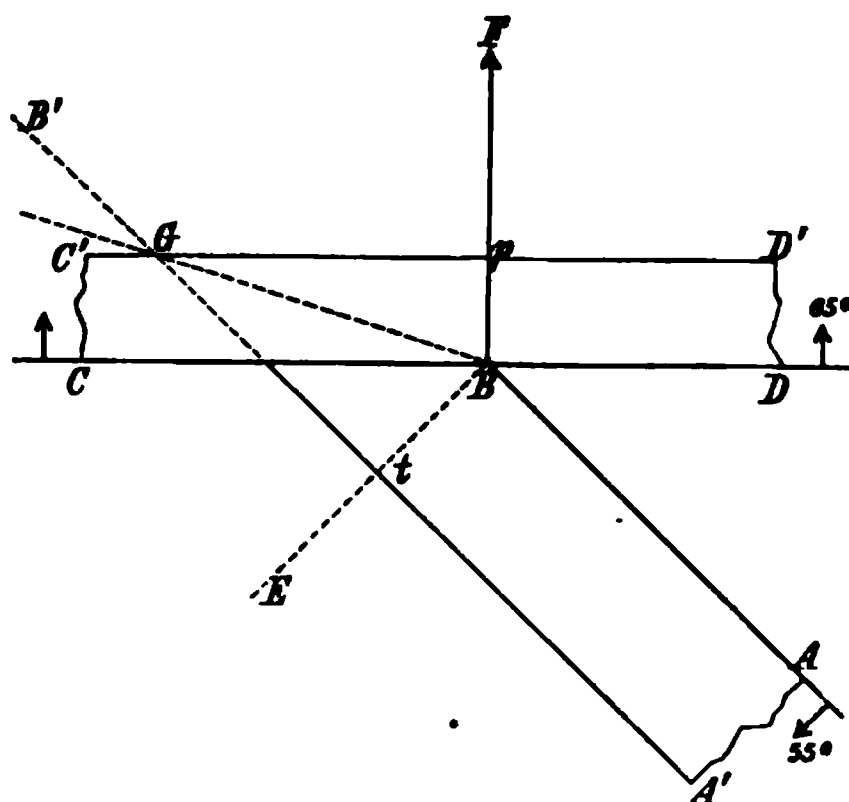


Fig. 30. Konstruktion der Durchschnittslinie.

¹⁾ Zimmermann, Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze. Darmstadt u. Leipzig 1828. S. 49.

Fig. 30, ausgedrückt ist. Im Punkte B fährt man eine Sprungkluft von 65° Einfallen und einem Streichen nach der Linie CD an. Die nächste Aufgabe ist die Bestimmung der Schnittlinie¹⁾ zwischen den Ebenen des Verwerfers und des Flötzes. Ein Punkt dieser Linie, nämlich B , ist schon vorhanden, ein zweiter kann leicht gefunden werden, wenn man die Lage der Streichlinien beider Ebenen in einer tieferen Sohle ermittelt, denn die Durchschnittpunkte aller Streichlinien sind zugleich Punkte der Schnittlinie.

Sei also xy in Fig. 31 diejenige Sohle, in welcher der Verwerfer angefahren wurde, uv eine zweite, tiefere Sohle. Fällt man von der oberen

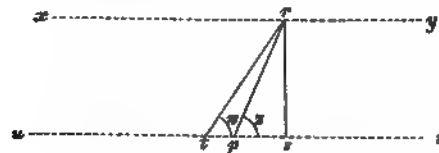


Fig. 31. Konstruktion der Sohlen für die Fallungslinie.

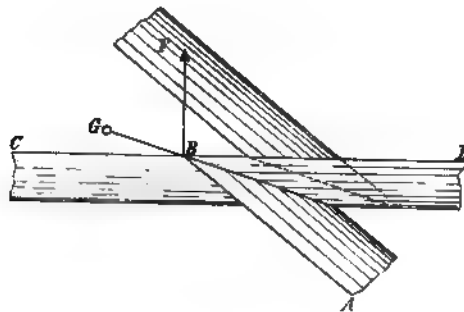


Fig. 32.

zur unteren Sohle das Lot rs , und trägt an r der Fallungswinkel α des Flötzes $= 55^\circ$, sowie der Fallungswinkel β des Verwerfers $= 65^\circ$ auf, so sind die Linien st und sp die Grundrisse oder Sohlen der Fallungslinien rt und rp . Trägt man diese Linien auf den Loten $BE = Bt$, und $BF = Bp$, s. Fig. 30, auf und zieht durch die Punkte t und p Parallele zu den Streichlinien AB und CD , so sind die Linien $A'B$ und $C'D'$ die Streichlinien der tieferen Sohlen, G ist ihr Durchschnittpunkt und die Linie BG die gesuchte Schnittlinie der beiden Ebenen bzw. deren Grundriß.

Das im Punkte B errichtete

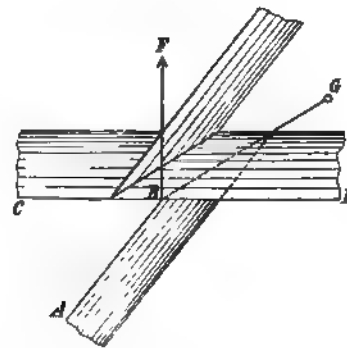


Fig. 34.

Fig. 33.

Beispiele von Spaltenwerfungen.

¹⁾ Zimmermann, a. a. O. S. 72. Über trigonometrische Bestimmung der Schnittlinie, siehe S. 80.

Lot weicht nach rechts oder in das Liegende des verworfenen Flötzes ab, folglich ist das verworfene Flötzstück nach Durchbrechung des Verwerfers durch Auffahrung in das Liegende des Flötzes aufzusuchen.

Weitere Beispiele, in denen die Ebenen körperlich dargestellt sind, liefern die Fig. 32, 33, 34.

Sollte der Fall eintreten, daß Schnittlinie und Lot sich decken, wie in Fig. 35, wobei gleichzeitig der Sprungwinkel ein rechter ist, so hat trotz stattgehabter Senkung das hangende Stück der Lagerstätte keine seitliche Lage angenommen. Es sind lediglich höhere Teile der Lagerstätte herabgekommen, ohne die Fortsetzung zu unterbrechen.

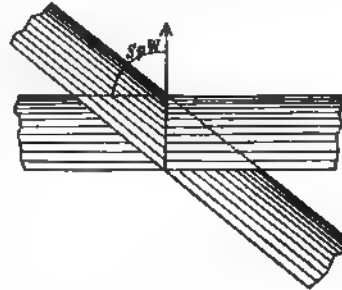


Fig. 35. Spaltenverwerfung mit einem Sprungwinkel = 90° .

§ 48. Größe der Verwerfung. — Die Größe der Verwerfung, d. h. die sßhlige Entfernung der beiden verworfenen Lagerstättenteile, hängt, wie auch schon aus dem Vorstehenden zu entnehmen ist, einerseits von dem Winkel, welchen die Durchschnittslinie mit der auf dem Streichen des Verwerfers errichteten Lotlinie bildet, andererseits von der Größe der Senkung im Hangenden des Verwerfers ab. Fallen Durchschnitt und Lot zusammen, s. Fig. 35, ist also der Winkel, den beide einschließen, $= 0$, so ist auch die seitliche Verwerfung $= 0$ und wächst mit der Größe dieses Winkels. Während sich dieser (am bequemsten durch Konstruktion) genau bestimmen läßt, so ist dies mit der Größe der Senkung bei Gängen seltener, als bei Flötzen möglich, weil im Kohlengebirge leicht zu erkennende Gesteinsschichten und Flötze häufiger auftreten. Findet man z. B. nach Durchfahrung des Verwerfers ein Flötz oder eine Konglomeratschicht u. s. w., welche im Liegenden des Verwerfers 100 m höher auftritt, so weiß man bestimmt, daß die Größe der Senkung dieser Höhe entspricht. In solchem Falle läßt sich die Entfernung, um welche das eine Stück der Lagerstätte horizontal auf dem Verwerfer gemessen, seitwärts von dem anderen liegt, sowohl durch Konstruktion, als auch durch Rechnung ermitteln, vorausgesetzt, daß nicht gleichzeitig mit der Senkung eine horizontal verschiebende Kraft thätig war (§ 47 und § 53).

Der einfachere und meistens genügende Weg ist auch hier wieder die Konstruktion. In Fig. 36 ist

Fig. 36. Bestimmung der Größe der sßhligen Verwerfung durch Konstruktion.

$ABA'B'$ ein Flötzstück, $CDC'D'$ der Verwerfer, BB' die Lage der Durchschnitlinie. Nehmen wir nun an, das aufzusuchende Flötzstück wäre auf der Fallungslinie des Verwerfers so weit gesunken, daß die Punkte B nach E , B' nach G gekommen seien, so ist offenbar GE die Lage der Schnitlinie in dem tieferen Horizont und $EFGH$ die entsprechende Lage des gesunkenen Flötzteiles. Verlängert man denselben, bezw. die Schnitlinie GE in der Ebene des Verwerfers nach aufwärts, so ist BE' die gesuchte Entfernung und $E'F'G'H'$ dasjenige Stück des verworfenen Flötzes, welches von oben her in die dem Stücke $AA'BB'$ entsprechende Lage, herabgesunken ist.

Ebenso kann man umgekehrt die Sprunghöhe finden, wenn die Größe BE' der seitlichen Verwerfung bekannt ist.

§ 49. **Ausrichtung einer Spaltenverwerfung mit stumpfem Sprungwinkel nach der Zimmermann'schen Regel.** — Zum Schlusse dieser Betrachtungen über die Spaltenverwerfungen sei noch des Falles gedacht, welcher die oben (S. 28) erwähnte Ausnahme der v. Carnall'schen Regel bildet.

Fig. 37.

Ausrichtung einer Spaltenverwerfung mit stumpfem Sprungwinkel nach der Zimmermann'schen Regel.

Die Lagerstätte $ABCD$ in Fig. 37 wird von der Spalte VW durchsetzt und das Stück $AEFD$ sinkt auf der Fallungslinie der Verwerfers tiefer. Nehmen wir an, daß dabei die Punkte E und F der Schnitlinie bis E' und F' gesunken wären, so ist $E'A'D'F'$ die, einer solchen Senkung ent-

sprechende, tiefere Lage von $AEFD$ und $A'E'GG'$ das von höherer Lage herabgekommene Stück der verworfenen Lagerstätte. Der mit SpW bezeichnete Sprungwinkel ist ein stumpfer.

Fährt man nun den Verwerfer von G' ausgehend in G , also an seinem Hangenden an, so hat man unter Umkehrung der v. Carnall'schen Regel nach Durchbrechung des Verwerfers in das Liegende der verworfenen Lagerstätte, also von G nach E hin aufzufahren.

Nach der Zimmermann'schen Regel weicht das im Anfahrungspunkte G gegen das Innere, also in diesem Falle gegen das Liegende des Verwerfers zu errichtende, horizontal liegende Lot GH nach derselben Seite des spitzen Streichwinkels von der verlängerten Schnittlinie GI ab und ist also ebenfalls nach dieser Seite hin aufzufahren. Damit ist die oben (S. 29) aufgestellte Behauptung, daß die Zimmermann'sche Regel auch bei stumpfem Sprungwinkel zutreffend ist, hinreichend begründet.

§ 50. Beeinflussung der Senkung durch eine gleichzeitig und in horizontaler Richtung wirkende Kraft. — Daß bei manchen Spaltenverwerfungen gleichzeitig auch ein seitlicher Druck stattgefunden hat und daß dessen Einwirkung oft durch schräge Richtung der Rutschstreifen zu erkennen ist, wurde schon in § 47 hervorgehoben.

Derartige Rutschstreifen sind für die Ausrichtung der Spaltenverwerfungen sehr wichtig und müssen sorgfältig beachtet werden. Daß bei ganz oder nahezu horizontaler Lage die Rutschstreifen, bei welcher eine Mitwirkung der nach der Fallungslinie wirkenden Schwerkraft mehr oder weniger ausgeschlossen erscheint, lediglich auf eine Verschiebung deuten, wird weiter unten (§ 54) näher besprochen. Sind jedoch, wie es bei schräger Richtung der Rutschstreifen anzunehmen ist, beide Kräfte gleichzeitig thätig gewesen, so kann dadurch allerdings die Regel für die Ausrichtung der Spaltenverwerfungen wesentlich beeinflusst werden und es ist deshalb wichtig, die Frage zu erörtern, in welchen Fällen man von vornherein einen solchen Einfluß zu erwarten und demgemäß auch zu beachten hat.

In dieser Beziehung ist in erster Linie darauf hinzuweisen, daß ein wesentlicher Einfluß seitlicher Druckkräfte auf Spaltenverwerfungen hauptsächlich in stark gefalteten und steil aufgerichteten Gebirgsschichten vorkommen kann, in mäßig gefalteten oder flach liegenden Gebirgsschichten dagegen mehr oder weniger ausgeschlossen erscheint.

Im erstgenannten Falle wird man jedoch zu untersuchen haben, ob man überhaupt mit einer Spaltenverwerfung, und nicht etwa mit einer Verschiebung zu thun hat, was sich nach § 54 unschwer erkennen läßt.

Sind sonach die Verschiebungen ausgeschlossen, so bleiben lediglich diejenigen Fälle zu berücksichtigen, in welchen bei Verwerfungen in stark gefalteten und steil aufgerichteten Gebirgsschichten schräge Rutschstreifen beobachtet werden.

Es ist klar, daß durch eine, gleichzeitig mit der Schwerkraft der hangenden Gebirgsschichten wirkende, horizontal verschiebende Kraft je nach

der Richtung der letzteren die Größe der seitlichen Verwerfung (§ 48) vermehrt oder verringert werden kann; es ist sogar denkbar, daß die verworfene Lagerstätte dabei auf die, der Ausrichtungsregel nicht entsprechende Seite gebracht ist.

Der Grad dieser Einwirkung der horizontalen Kraft wird von ihrem Verhältnis zur Größe der Schwerkraft abhängen und sich als Resultierende beider Kräfte (§ 47) in deren mehr oder weniger geneigter Richtung aussprechen.

In allen solchen Fällen aber wird man sicher zum Ziele kommen, wenn man die Ausrichtung in der Richtung der Rutschstreifen vornimmt, bzw. sich nach der, bei der Zimmermann'schen Regel angegebenen Konstruktion, unter Berücksichtigung der schrägen Richtung der Rutschstreifen, die gegenseitige Lage der getrennten Lagerstättenteile vorstellig macht.

Für die große Zahl der reinen Spaltenverwerfungen in den bedeutendsten und ausgedehntesten Bergbaurevieren, besonders in flach gelagertem oder mäßig gefaltetem Kohlengebirge, haben die oben erörterten Ausnahmen von der Regel keine oder doch nur geringe Bedeutung, und es erscheint nicht gerechtfertigt, dieser leicht zu erkennenden Ausnahmen wegen die Schmidt-Zimmermann'sche Regel als unhaltbar zu bezeichnen¹⁾.

3. Verschiebungen.

§ 51. **Erklärung und Beispiele.** — Verschiebungen der Lagerstätten²⁾ sind diejenigen Störungen, bei denen ein Teil der bereits gefalteten bzw. aufgerichteten Gebirgsschichten mit den darin eingeschlossenen Lagerstätten von einem anderen Gebirgsteile abgerissen und fortgeschoben wurde. Dabei zeigen sich die Gebirgsschichten sowohl als die Lagerstätten im Sinne der

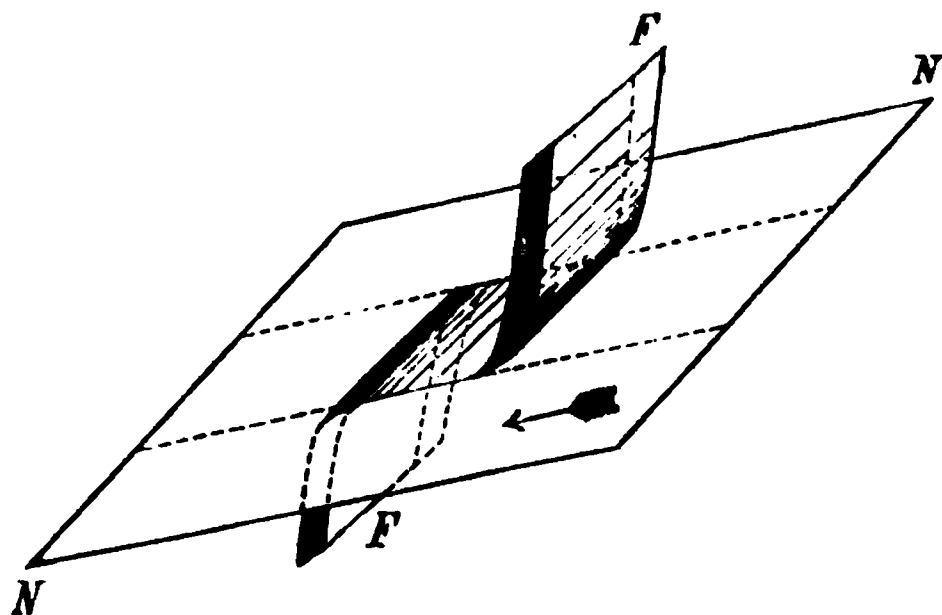


Fig. 38. Verschiebung.

Fortbewegung umgebogen und allmählich bis zum Verschwinden ausgereckt, ohne daß aber in der Nähe der Verschiebung eine Faltung bzw. Fältelung, wie bei den Faltenverwerfungen, zu beobachten wäre. Außerdem zeigt die Zerreißungsebene, siehe *NN* in Fig. 37, häufig die Spuren der Fortbewegung in Form von Harnischen und Furchen.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1884. S. 434. — Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke, deutsch von C. Leybold, Braunschweig 1885. S. 31. — H. Hoefer in Österr. Ztschr. 1886. S. 349.

²⁾ Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 202; — 1882. Bd. 30. S. 38. 40; — 1885. Bd. 33. S. 87.

Als typische, der Natur entnommene Beispiele von Verschiebungen können die in den Fig. 38 bis 55 dargestellten betrachtet werden. Fig. 38 zeigt eine Verschiebung des Flötzes No. 6 der Zeche Julius Philipp bei Bochum im Grundriß, Fig. 39 dieselbe Verschiebung im Profile. Die Zerreißungsebene, oder das Geschiebe xy hat ein Einfallen von etwa 20° , das Flötz ein solches von 60° . Die Lage der getrennten Flötzteile entspricht — abgesehen von dem flachen Einfallen des Geschiebes — nicht derjenigen, wie sie bei einer Spaltenverwerfung eingetreten sein müßte, denn der hangende Flötzteil F' liegt höher, als der liegende F'' . Außerdem zeigen beide Flötzteile deutliche Umbiegung und allmähliches Auskeilen in der Richtung des Drucks. Der Flötzteil F'' ist, weil man in Westfalen die Druckrichtung¹⁾ von Süden nach Norden anzunehmen hat (S. 18), unter F' fortgeschoben. Der unterste Flötzteil F''' setzte der schiebenden Kraft verschieden großen Widerstand entgegen, so daß vor Ort Nr. 1 W, s. Fig. 40 u. 41, mehrere kleinere Verschiebungen konstatiert werden konnten.

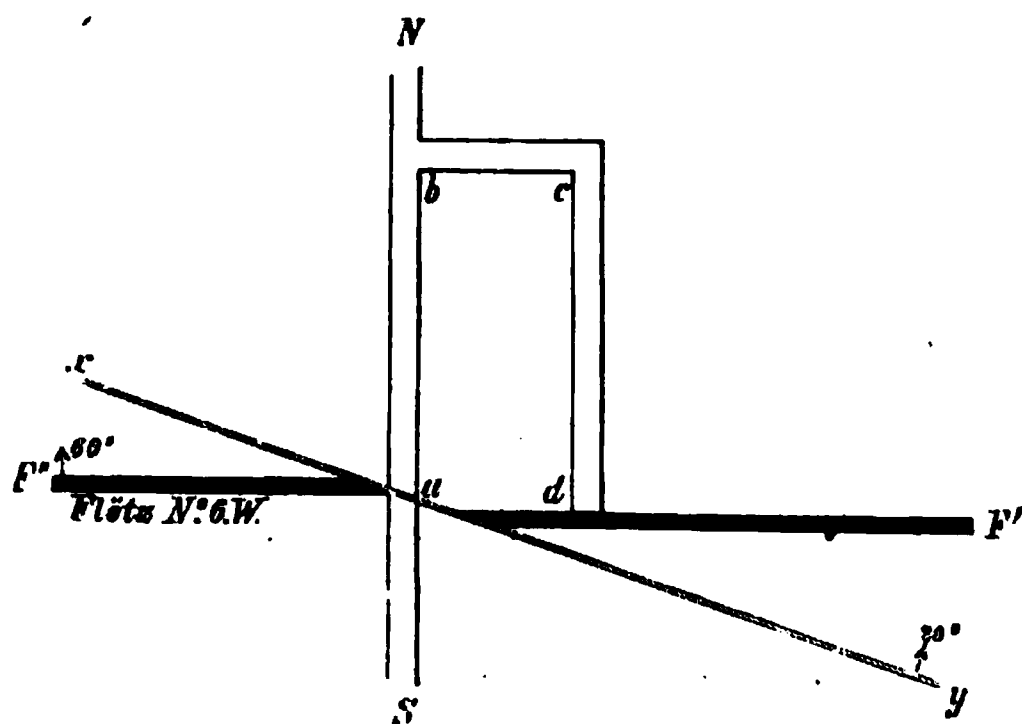


Fig. 39 (Grundriß).
Verschiebung des Flötzes Nr. 6 der Zeche Julius Philipp bei Bochum.

Die Sandsteinschicht a hat dieselben Biegungen erlitten wie die Kohle²⁾

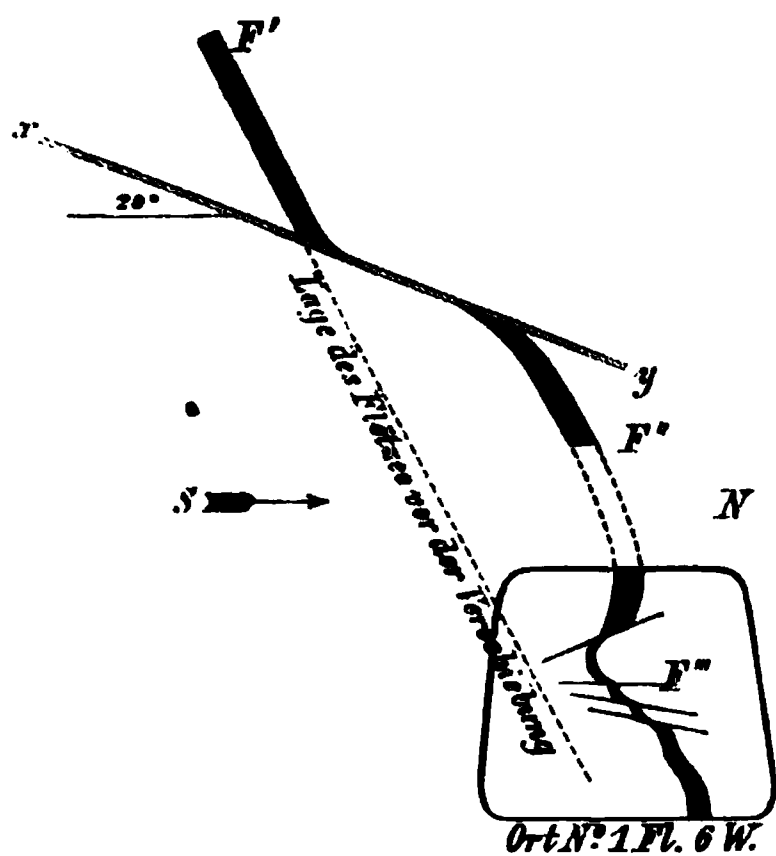


Fig. 40 (Profil).
Von der Zeche Julius Philipp bei Bochum.

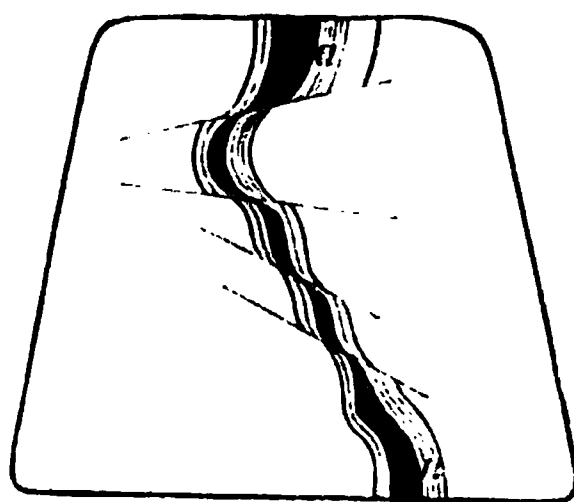


Fig. 41 (Profil).
Verschiebungen vor Ort Nr. 1 W im Flötz 6 — s. Fig. 39.

1) Im einzelnen Falle soll man die Richtung des Druckes durch das Gefühl ermitteln können. Gleitet man nämlich mit der Hand über solche Rutschflächen längs der Rutschstreifen hin, so ist die Richtung, nach welcher sie sich rauher anfühlen, die Verschiebungsrichtung jenes Gebirgsteiles, dem sie angehören. — Vgl. H. Hofer in Österr. Zeitschr. 1886. S. 354.

2) Näheres siehe in Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 202.

Die Verschiebung des Flötzes in Fig. 42 ist von der Zeche Westhausen bei Dortmund entnommen¹⁾. Das Geschiebe xy hat gleichfalls flaches Einfallen und die beiden Flötzflügel A und B sind unter dem Sattel 25 m weit fortgeschoben, wobei ebenfalls ein Umbiegen und Auskeilen der Flötzenden beobachtet ist.

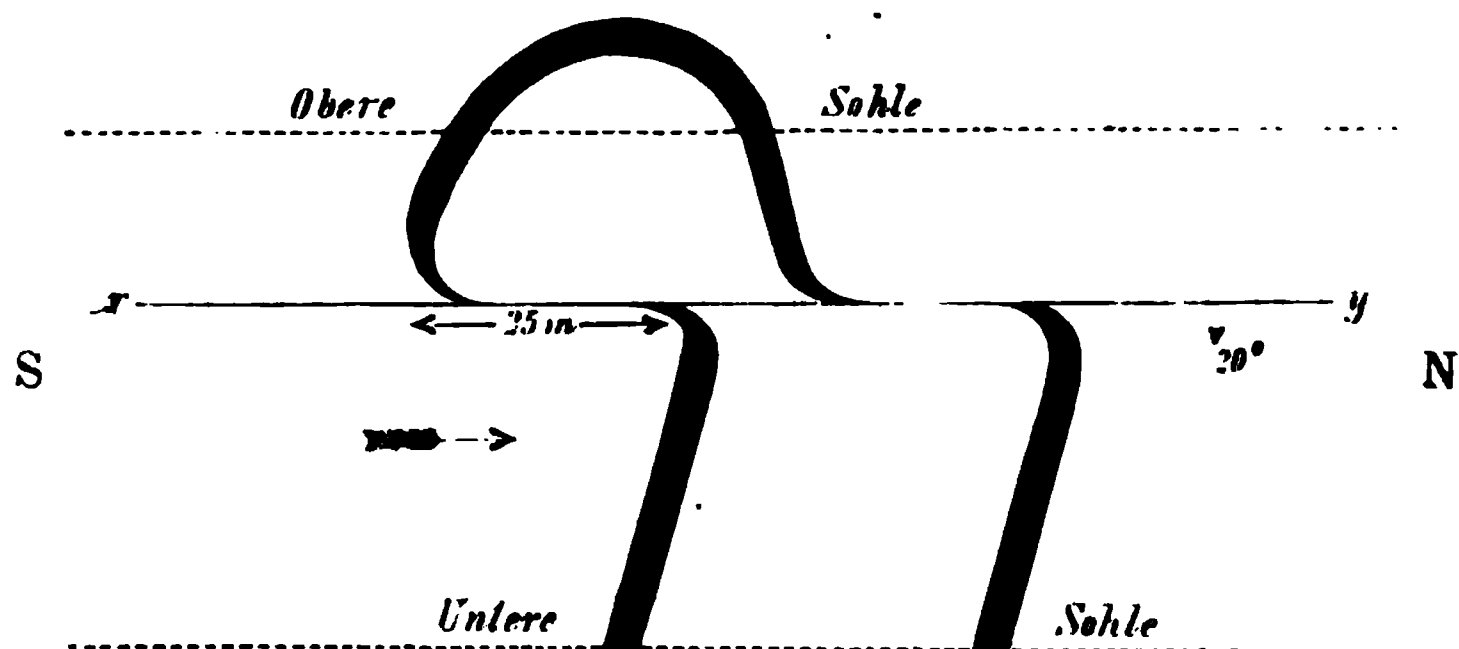


Fig. 42 (Profil). Flötzverschiebung auf Zeche Westhausen bei Dortmund.

Fig. 42 zeigt im Profil mehrere Verschiebungen des Samsoner Ganges in St. Andreasberg²⁾ in einer Höhe von etwa 8 m. Das oberste Gangstück, welches sich mit einer Spitze an das Geschiebe anlegt, ist am weitesten verschoben. Es zeigt am oberen Ende eine Biegung nach rückwärts und kehrt

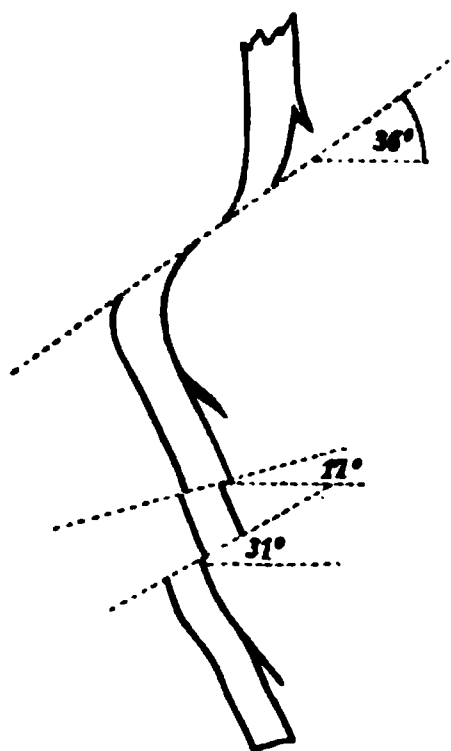


Fig. 43 (Profil).
Verschiebungen im Samsoner
Gange zu St. Andreasberg. —
37. Firste.

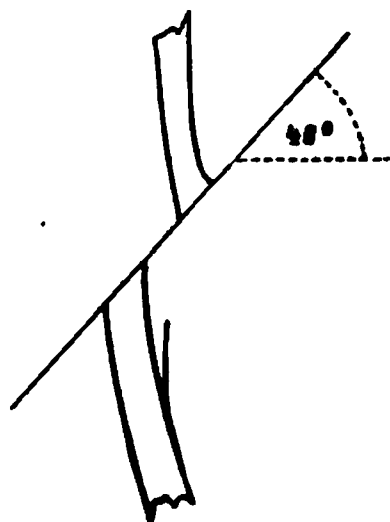


Fig. 44 (Profil).
Verschiebung des Gnade Gottes-
Ganges in der 33. Firste.

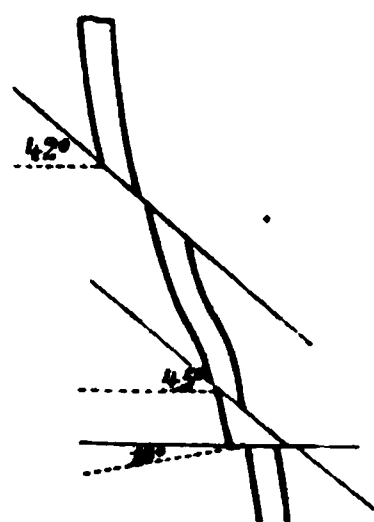


Fig. 45 (Profil).
Verschiebung des Gnade Gottes-
Ganges in der 16. Firste.

deshalb in größerer Höhe vermutlich in die ursprüngliche Lage zurück. Andere charakteristische Verschiebungen der St. Andreasberger Gänge zeigen die Fig. 43 bis 49.

1) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 203.

2) Ebenda 1885. Bd. 33. S. 87. Texttafel 6.

In einem liegenden Querschlage auf der Sohle der Kunstkammerstrecke der Grube Alter Segen bei Clausthal setzen zwei Geschiebe *a* und *b*, siehe Fig. 50, auf. Das Trumm *A* ist in zwei Absätzen von 4 und 6 m verschoben und in dünn ausgezogenem Zustande bis zur Fortsetzung *B* zu verfolgen.

Besonders charakteristisch ist auch die Verschiebung des Alten-segener Hauptganges im Umbruch der tiefen Wasserstrecke, etwa 80 m westlich vom Rosenhöfer Schachte. Das Geschiebe fällt mit 80° nach SO, der Gang mit 80° nach SW ein. Das Gangstück *T*, siehe Fig. 51, ist vor dem Geschiebe umbogend und bis zu einer Spitze ausgezogen. Bei einigen dieser Geschiebe zeigt sich eine deutliche, nahezu horizontale Streifung.

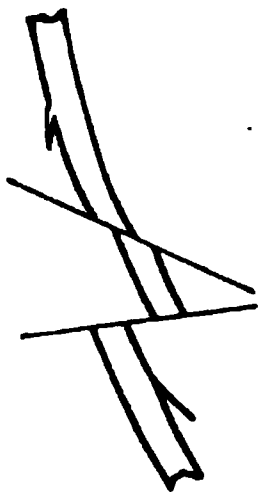


Fig. 46 (Profil).
Verschiebung des
Neufanger 2. hang.
Trummes im 8.
Querschlage.

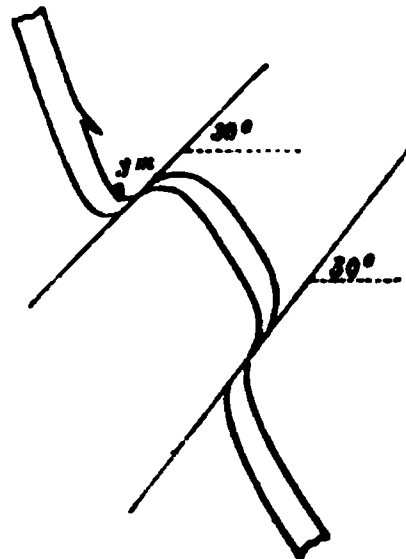


Fig. 47 (Profil).
Verschiebung des Franz-Au-
guster-Ganges in d. 16. Firste.

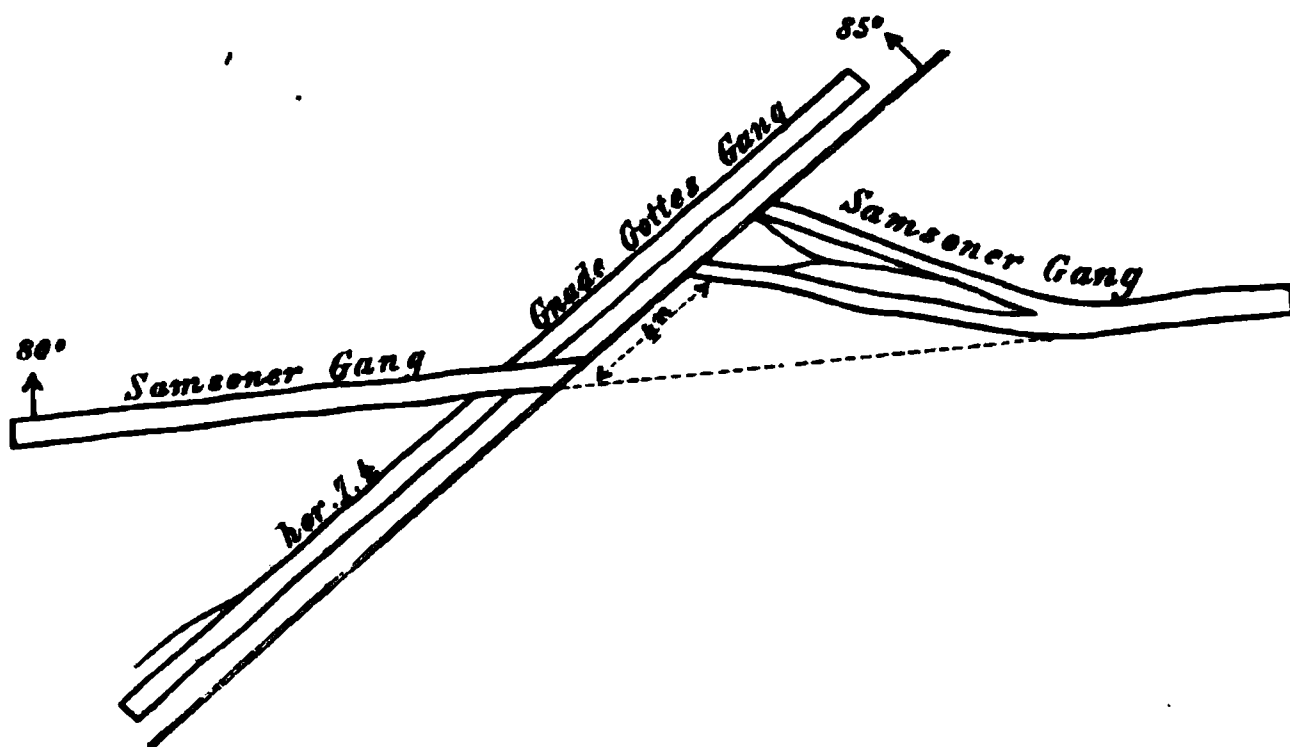


Fig. 48 (Grundriß). Verschiebung des Samsoner Ganges in der 11. Strecke.

In allen diesen Fällen kann eine Spaltenverwerfung nicht vorliegen, weil sich die verschobenen Gangstücke nicht auf der entsprechenden Seite be-

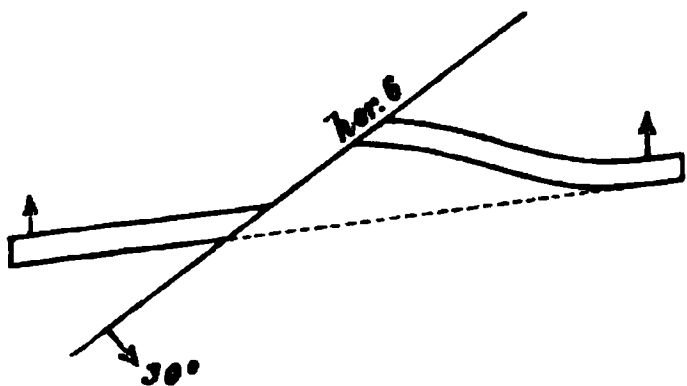


Fig. 49 (Grundriß). Verschiebung des Samsoner Ganges in der 37. Firste.

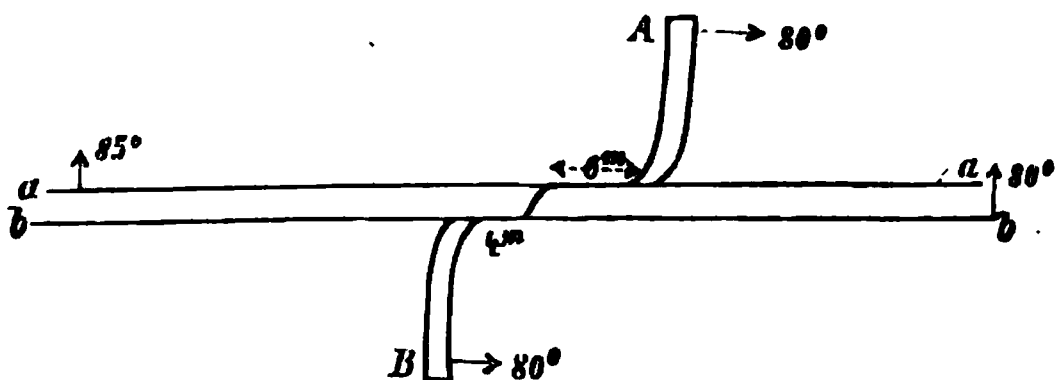


Fig. 50 (Grundriß). Verschiebung eines Gangtrummes im liegenden Querschlage der Kunstkammerstrecke.

finden. Letzteres kann indes auch bei Verschiebungen vorkommen, ist dann aber lediglich das Resultat von Zufälligkeiten.

Fig. 52 zeigt den Beginn und somit auch recht deutlich das Wesen einer Verschiebung ¹⁾. Dieselbe wurde im Ziller verkehrt fallenden hangenden Trumm der Grube Altersegen 267 m unter Tage beobachtet. Von zahlreichen

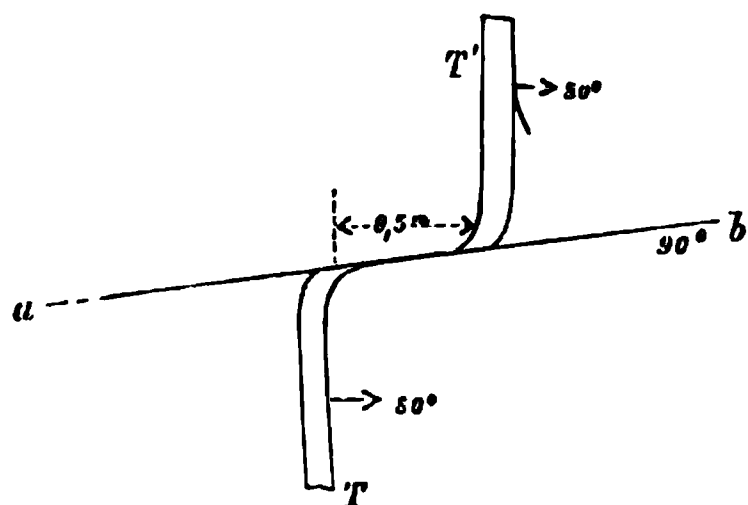


Fig. 51 (Grundriß).
Verschiebung des Altensegener Hauptganges im
Umbruch der tiefen Wasserstrecke, etwa 80 m
westlich vom Rosenhöfer Schachte.

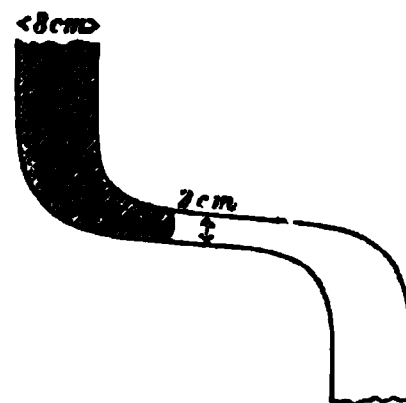


Fig. 52.
Verschiebung des verkehrt fallenden
hangenden Trummes auf Grube
„Alter Segen“ bei Clausthal.

in Příbram beobachteten Gangverschiebungen sind einige Beispiele in den Fig. 53 bis 55 (Profile) und 56 (Grundriß) gegeben.

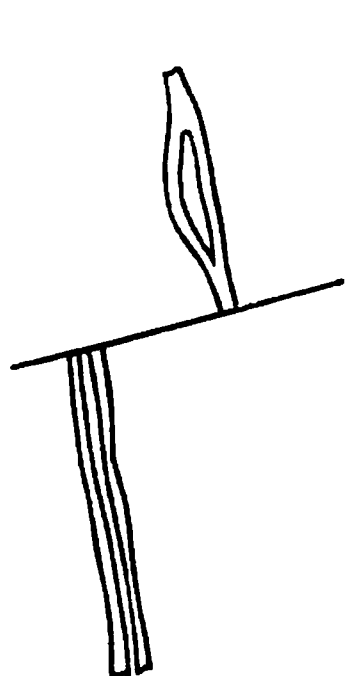


Fig. 53.
Francisci Liegendgang, 20.
Lauf, Anna-Grube.

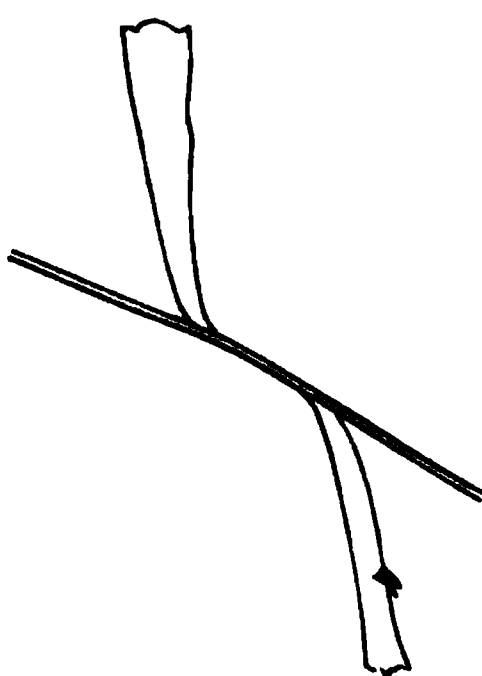


Fig. 54.
Liegendgang, 27. Lauf,
Adalbert-Grube.

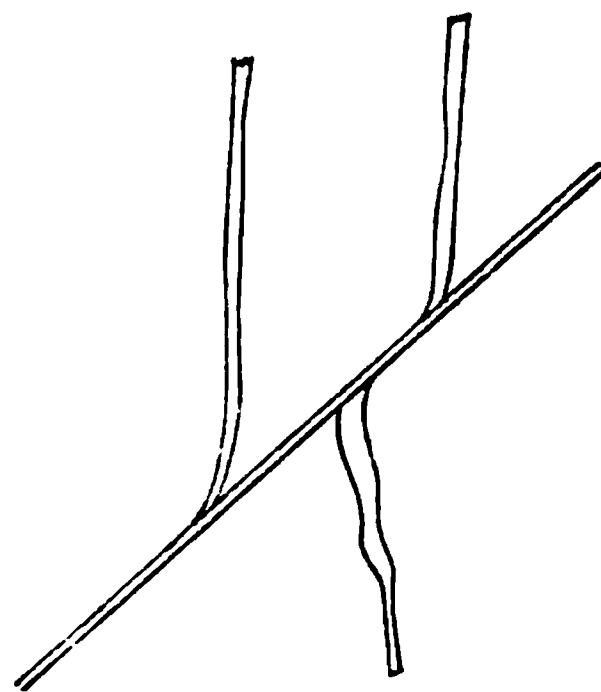


Fig. 55.
Occ. fallender Liegendgang, 17. Lauf,
Maria-Grube.

Die Geschiebe stellen sich hiernach als Resultate der Verschiebung

dar, sie sind folglich jünger, als die Lagerstätten, und entweder bloße Gesteinsscheidungen, oder, was bei größeren Verschiebungen der Fall ist, von einer Zone zerriebenen und durch Grubenfeuchtigkeit aufgelösten Nebengesteins begleitet. Die Geschiebe haben deshalb keine Ähnlichkeit mit den Sprungklüften, weil letztere ausgefüllte Spalten sind.

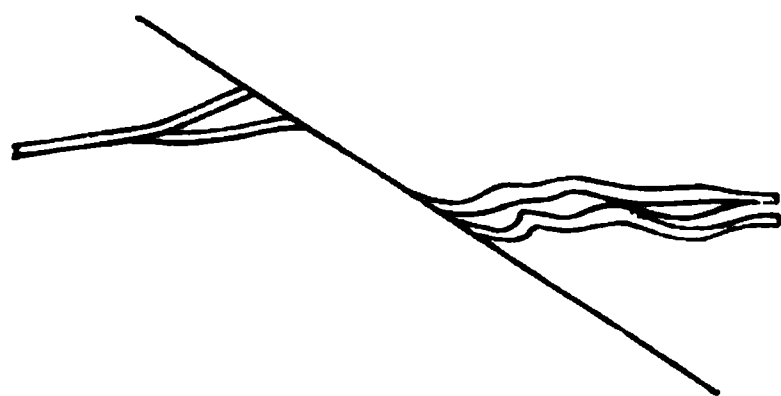


Fig. 56. Francisci Liegendgang, 20. L., Anna-Grube.

¹⁾ Der schraffierte Teil der Figur stellt ein, in der königl. Bergakademie zu Clausthal aufbewahrtes Belagstück dar.

Es liegt in der Natur der Sache und geht auch aus den vorstehenden Beschreibungen hervor, daß von den Verschiebungen, je nach dem verschiedenen großen Widerstande in den einzelnen Gebirgspartieen, verschiedene Arten auftreten können, je nachdem ein Gebirgsstück über, unter oder neben einem anderen fortgeschoben ist. Im letzteren Falle haben die Geschiebe, wie auch aus den vorstehenden Beispielen Fig. 48, 50, 51 zu entnehmen ist, ein steiles, sonst meist ein flaches Einfallen.

In der Literatur wurden die Verschiebungen bisher mit unter die Sprünge gerechnet, obgleich sie mit diesen durchaus keine Ähnlichkeit haben. v. Carnall¹⁾ nennt eine Erscheinung, wie die in Fig. 38 der größeren Deutlichkeit halber perspektivisch dargestellte, einen »spießbeckigen, rechtsinnigen Übersprung«²⁾.

§ 52. **Ausrichtung der Verschiebungen.** — Die Hauptmerkmale, an denen man eine Verwerfung als eine Verschiebung zu erkennen vermag, sind nach Vorstehendem die Umbiegung und das allmähliche Auskeilen einer Lagerstätte ohne Fältelung. Außerdem finden sich auf den Geschieben sehr häufig mehr oder weniger horizontale Streifungen, vergl. S. 28, 33, 34, welche gleichfalls sofort erkennen lassen, daß seitliche Bewegungen im Gestein stattgefunden haben müssen³⁾. Sind diese charakteristischen Merkmale an und für sich schon deutlich und nicht zu übersehen, so dient als weiteres Hilfsmittel für die Erkennung einer Verschiebung, daß die Umbiegung stets mehr oder weniger im Sinne eines horizontal wirkenden Druckes erfolgt sein muß.

Hat man danach eine Störung als Verschiebung erkannt, so ergibt sich die Regel für die Wiederausrichtung von selbst und ohne daß man Konstruktion oder Rechnung anzuwenden braucht:

Man durchbricht das Geschiebe und sucht das verschobene Stück der Lagerstätte auf derjenigen Seite auf, nach welcher die Umbiegung den Weg zeigt.

In St. Andreasberg ist es lokale Regel geworden, beim Anfahren eines Geschiebes in gerader Richtung die letztere beizubehalten, wie es in der Fig. 49 durch punktierte Linien angedeutet ist, denn man hat dort die Erfahrung gemacht, daß bei derartigen Verwerfungen der verschobene Teil stets wieder in das ursprüngliche Streichen hineinkommt.

1) v. Carnall, Die Sprünge im Steinkohlengebirge, in Karsten's Archiv, Band IX. S. 61 u. 64. Fig. 53. 59. 121. 122. 123.

2) In den Gesteinen der Alpen heißen die Verschiebungen »Blätter«. — Vergl. Ed. Sueß, Antlitz der Erde, I. Abth. Leipzig 1883. S. 159.

3) Vergl. H. Höfer in Oesterr. Ztschr. 1886. S. 349.

4. Gangablenkungen ¹⁾.

§ 53. **Allgemeines.** — Auf Gangablenkungen hat Grimm bei den Gängen von Nagyag, Offenbánya, Vöröspatak in Siebenbürgen und Příbram in Böhmen, H. Credner bei den St. Andreasberger Gängen aufmerksam gemacht.

Die Gangablenkungen treten unter ähnlichen Erscheinungen auf, wie die Spaltenverwerfungen, d. h. ein Gang hört an oder in einem Verwerfer auf und setzt auf der anderen Seite nicht in demselben Streichen, sondern unter seitlicher Verwerfung fort. Die letztere ist aber nicht das Ergebnis der Senkung im Hangenden des Verwerfers, sondern dasjenige der ursprünglichen Spaltenbildung und entstand auf folgende Weise ²⁾.

Der Ablenker AB in Fig. 57 ist der ältere Gang, er war bereits vorhanden, als die jüngere Gangspalte CD aufriß. Die spaltenbildende Kraft

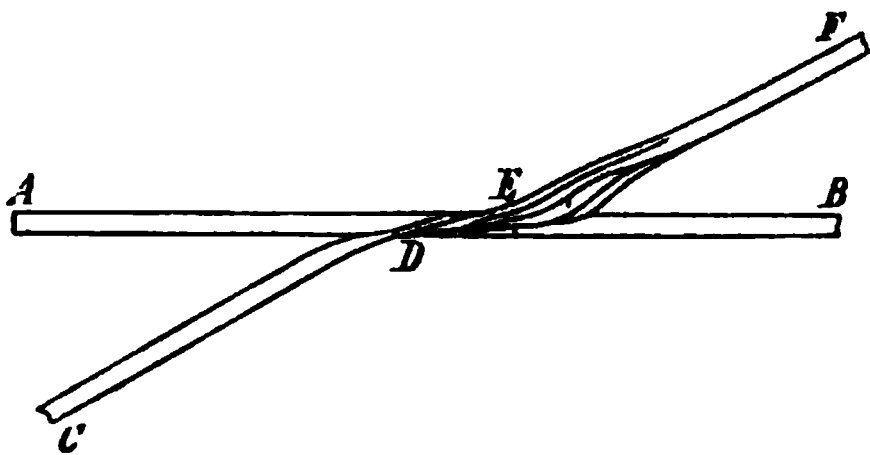


Fig. 57. Gangablenkung. (Grundriß.)

fand in dem Ablenker den geringsten Widerstand, lenkte in dem ersteren demgemäß ab und könnte erst da wieder die ursprüngliche Richtung EF annehmen, wo das Gestein den geringsten Widerstand darbot.

Die Gangablenkung entspricht also vollkommen einer gewöhnlichen Änderung des Streichens,

wie sie bei Gängen sehr häufig vorkommt und welche ebenfalls darin ihren Grund hat, daß die spaltenbildende Kraft im unzerklüfteten Nebengestein nicht überall die gleiche Kohäsion vorfand; nur der eine Unterschied dürfte zwischen Gangablenkung und gewöhnlicher Änderung des Streichens stattfinden, daß bei ersterer nicht immer eine Kontinuität zwischen den getrennten Gangstücken vorhanden ist.

In letzterer Beziehung ist darauf aufmerksam zu machen, daß der abgelenkte Gang auf einer oder auf beiden Seiten des Ablenkers stark zertrümmert erscheint, siehe Fig. 57. — Gerade dieser Umstand dürfte am meisten geeignet sein, eine Verwerfung als Gangablenkung zu erkennen, denn wenn der Ablenker, wie häufig in St. Andreasberg, eine faule Ruschel ist, welche ebenso wie die Sprungklüfte im Kohlengebirge oft wasserführend sind, so kann man sich vorstellen, daß das Nebengestein in der Nähe der faulen Ruschel zersetzt wurde, und daß die spaltenbildende Kraft in diesem Teile des Nebengesteins eine Zertrümmerung bewirken konnte.

¹⁾ W. Fuchs, Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten. Wien 1856. S. 78—80. — J. Grimm, Berg- u. Hüttenm. Jahrb. der k. k. Mont.-Lehranst. 1856. Bd. V. S. 153 u. 154, und Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenw. 1866. S. 121. — H. Credner, Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellschaft. Bd. XVII. 1865. S. 216. — Babanek, Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1874. S. 348.

²⁾ v. Groddeck, Die Lehre von den Erzlagerstätten. Leipzig 1879. S. 51.

Dagegen ist der Umstand, daß die getrennten Gangstücke, wenn man sie zusammengeschoben denkt, nicht vor einander passen, kein charakteristisches Merkmal für eine Ablenkung, denn dieselbe Erscheinung paßt auch für Verschiebungen.

Dasselbe ist der Fall mit den feinen Trümmchen oder Gangschnüren innerhalb des Ablenkers, besonders, wenn der Gang nicht unter spitzem, sondern dem rechten sich nähernden Winkel den Verwerfer trifft, und sich vor dem letzteren hakenförmig umbiegt.

Überhaupt ist es sehr wahrscheinlich, daß viele Verwerfungen, welche die oben genannten Autoren für Gangablenkungen gehalten haben, Verschiebungen sind; bei mehreren als Ablenkungen erklärten Verwerfungen in St. Andreasberg ist dies thatsächlich der Fall ¹⁾.

Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird man eine Gangablenkung dann vermuten können, wenn der Gang unter spitzem Winkel an den Ablenker heransetzt und wenn der letztere eine milde Ausfüllung hat; denn ist der Winkel z. B. ein rechter, so ist schwer einzusehen, wie sich in dem Verwerfer ein Aufreißen von Trümmern quer gegen die Druckrichtung vollziehen konnte, und war die Ausfüllung des Verwerfers eine feste, so wird auch eine Ablenkung unwahrscheinlich.

§ 54. **Ausrichtung einer Gangablenkung.** — Bei einer Verwerfung, deren Entstehung von solchen Zufälligkeiten, wie von einem Wechsel der Kohäsion eines unzerklüfteten Nebengesteins abhängig war, läßt sich eine Regel für die Ausrichtung überhaupt nicht geben. Das einzige Anhalten können die kleinen Trümmchen bieten, welche neben oder in dem Ablenker die verworfenen Gangteile verbinden. Sollte dabei wirklich, wie man bei einer Umbiegung des Ganges vor dem Verwerfer stets annehmen muß, keine Ablenkung, sondern eine Verschiebung vorliegen, so würde der Zweck der Regel, die Ausrichtung des verworfenen Gangstückes, immer erreicht werden, die Frage aber, ob die Verwerfung der einen oder anderen Art angehört, eine theoretische sein.

Überhaupt darf man wohl aus der vorstehend angenommenen Entstehung der Gangablenkungen den Schluß ziehen, daß dieselben in keinem Falle eine bedeutende seitliche Verwerfung zur Folge haben können, so daß diese Art der Störungen plattenförmiger Lagerstätten als einfache Änderungen in der Streichungsrichtung, allenfalls mit Unterbrechung der Continuität, aufgefaßt und als die unwesentlichsten aller Störungen betrachtet werden können.

Litteratur.

Bruckmann. *Magnatia Dei in Locis subterraneis oder unterirdische Schatzkammern aller Königreiche und Länder.* Braunschweig 1727. 2. Teil. Wolfenbüttel 1830.

¹⁾ Preuß. Ztschr. 1885. Bd. 33. S. 92. 95.

- Joh. Chr. Lebr. Schmidt. Theorie der Verschiebung älterer Gänge. Frankfurt 1840.
- Derselbe. Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827.
- Dr. Chr. Zimmermann. Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze. Darmstadt und Leipzig 1828.
- v. Carnall. Die Sprünge im Steinkohlengebirge in Karsten's Archiv, Bd. IX, S. 61 u. 64.
- Am. Burat. Étude sur les mines, théorie des gîtes metallifères. Deutsch von Dr. v. Hartmann.
- Bernhard Cotta. Gangstudien oder Beiträge zur Kenntnis der Erzgänge. Freiberg 1850.
- Derselbe. Die Lehre von den Flötzformationen. Freiberg 1856.
- F. H. Lottner. Geognostische Skizze des westfälischen Steinkohlengebirges. Iserlohn 1859.
- Bernhard von Cotta. Die Lehre von den Erzlagerstätten. Freiberg 1864.
- Gustav Bischof. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2. Aufl. Bonn 1863.
- Dr. H. B. Geinitz, Dr. U. Fleck und Dr. E. Hartig. Die Steinkohlen Deutschlands und der angrenzenden Länder, ihre Natur, Lagerungsverhältnisse, Verbreitung, Geschichte, Statistik und technische Verwendung. München 1865.
- A. von Groddeck. Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes. Berlin 1867.
- J. Grimm. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869.
- v. Dechen. Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reiche. Berlin 1873.
- Dr. Hermann Mietzsch. Geologie der Kohlenlager. Leipzig 1875.
- F. Bischof. Die Steinsalzwerke bei Staßfurt. Halle 1864. II. 1875.
- Dr. von Groddeck. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879.
- H. Hoefer. Die Ausrichtung der Verwerfungen. Wien 1884.
- Rob. Dannenberg. Über Verwerfungen. Braunschweig 1884.
- Phillips. A Treatise on Ore Deposits. London 1884.
- G. Köhler. Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager. Leipzig 1886.
-

Erster Abschnitt.

Aufsuchen der Lagerstätten, Schürf- und Bohrarbeiten.

§ 1. Untersuchung der Erdoberfläche. — Das Aufsuchen der Lagerstätten beginnt mit der geognostischen Untersuchung der Gegend, zumal wenn es sich um Lagerstätten handelt, welche an bestimmte geognostische Formationen gebunden sind, wie Kohlenflötze.

Sodann hat man zu untersuchen, ob man nicht schon an der Oberfläche Anzeichen für das Vorhandensein der gesuchten Lagerstätte oder gar deren Ausgehendes selbst findet.

Die eben erwähnten Anzeichen rühren meistens von Verwitterung des Ausgehenden her und bestehen alsdann in allerhand Färbungen, sogenannten Schweifen oder Blumen; dieselben sind grün bei Kupfererzen, rot bei Eisenerzen, schwarz bei Steinkohlen u. s. w.

Ebenso ist eine Reihe fortlaufender Quellsprünge das Anzeichen für das Vorhandensein eines Ganges.

Hat man durch derartige Untersuchungen Stellen aufgefunden, an denen mit Aussicht auf Erfolg weitere Arbeiten vorgenommen werden können, so beginnen die eigentlichen Schürfarbeiten, entweder an der Tagesoberfläche oder durch tieferes Eindringen in dieselbe.

A. Schürfen.

§ 2. Erklärung. — Unter Schürfen oder Schurfarbeiten versteht man zunächst im allgemeinen das Aufsuchen von Lagerstätten, im besonderen diejenigen zu diesem Zweck vorgenommenen Arbeiten, mit welchen man die Lagerstätten dem Auge und der Hand direkt zugänglich macht.

§ 3. Arten des Schürfens. — Das Schürfen kann an der Tagesoberfläche mittelst Schurfgräben oder Röschen, sowie mit Schurfschächten, Schurfstollen oder Such- (Versuchs-) Stollen geschehen.

Mit den Schurfgräben kann man immer nur das Ausgehende einer Lagerstätte bloßlegen. Handelt es sich um das Aufsuchen von unregelmäßig geformten Lagerstätten, so lassen sich irgend welche Regeln für Lage und Richtung der Schurfgräben nicht geben. Bei plattenförmigen Lagerstätten dagegen, deren Ausgehendes immer ein bestimmtes Streichen hat, soll,

wenn letzteres überhaupt bekannt ist, oder vermutet werden kann, die Längsrichtung der Schurfgräben rechtwinklig zum Streichen genommen werden.

Man setzt einen Schurfgraben an einer Stelle an, wo man das Ausgehende der Lagerstätte vermutet, geht mit demselben zunächst bis auf das feste Gestein nieder und erlangt ihn alsdann nach beiden Seiten hin, indem man das gewonnene Gebirge nicht herauswirft, sondern hinter sich verstürzt, einmal, um weniger Oberfläche einzunehmen, sodann auch, weil damit die Arbeit bequemer und billiger wird. Nur solche Stellen, an denen es zweifelhaft sein kann, ob man die Lagerstätte gefunden hat oder nicht, müssen freigelassen werden.

Muß man die Untersuchung in größeren Tiefen vornehmen, so bedient man sich je nach örtlichen Verhältnissen der Schurfschächte oder Schurfstollen. Dieselben haben vor den Bohrlöchern, wenn man dabei keine Kerne gewinnt, den Vorzug, daß man das Aufsuchen der Lagerstätten mit größerer Sicherheit vornehmen kann, während es, wenigstens beim stoßenden Bohren, oft vorkommt, daß wirklich vorhandene Lagerstätten gar nicht bemerkt werden, weil die betreffenden Spuren zu sehr zerstoßen und mit anderen Gesteinen vermengt, oder weil die Bohrproben durch starken Wasserantrieb vor der Probenahme entfernt sind. Außerdem bekommt man bei Anwendung der Schurfschächte und Schurfstollen direkten Aufschluß über Lagerung, Ausfüllung und Reichhaltigkeit bzw. Bauwürdigkeit der Lagerstätte.

Am Comstock und in dem Eureka-Bergreviere in Nevada sind durch C. Barus Versuche mit elektrischer Schürfung ¹⁾ gemacht. Das Verfahren beruht darauf, daß die Erze, was die Leitung der Elektrizität anbelangt, sich ähnlich den Metallen verhalten, daß mithin zwischen den Erzkörpern und dem tauben Gesteine, wenn dieselben in einen rationellen Kontakt gesetzt werden, ein in die Drahtleitung eingeschaltetes empfindliches Galvanometer einen, durch die Potentialdifferenz der Endpunkte hervorgerufenen elektrischen Strom anzeigt. Praktische Resultate zum Auffinden unbekannter Erzkörper hat die Methode bis jetzt nicht ergeben, jedoch ist dadurch das Vorhandensein von elektrischen Strömungen in den Erzarten nachgewiesen.

B. Bohren.

§ 4. Zweck des Bohrens. — Der wichtigste Zweck des Bohrens ist die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Fossilien, sodann die Gewinnung von Sole, Erdöl und Wasser; ferner die Untersuchung des Baugrundes für aufzuführende Gebäude oder der Gebirgsschichten für abzuteufende Schächte.

Außerdem dient die Bohrarbeit zur Erleichterung der Wasserhaltung

¹⁾ F. Pošepný in Österr. Ztschr. für B.- u. H.-W. 1885, Nr. 28.

in Schächten, indem man den Wassern durch Bohrlöcher einen Abfluß auf tiefere Sohlen verschafft, sodann für die Verbesserung der Wetterführung und zum Abzapfen (Lösen) alter Grubenbaue.

Während die Richtung der Bohrlöcher für die letzteren Zwecke eine verschiedene sein kann, ist sie für die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten und Gebirgsschichten stets eine senkrecht abwärts gehende.

Nur von diesen Bohrlöchern, also von der Tiefbohrung, wird in diesem Abschnitte die Rede sein, während die erstgenannten, verschiedenen Betriebszwecken dienenden Bohrlöcher in einem besonderen Anhang erwähnt werden.

§ 5. Geschichtliches. — Das Bohren ist allem Anscheine nach den Chinesen schon in ältesten Zeiten bekannt gewesen, in Europa hat es als Gestängebohren erst einige Vervollkommnung durch die Bohrarbeiten in der französischen Grafschaft Artois behufs Herstellung der danach benannten artesischen Brunnen erfahren.

Im Laufe dieses Jahrhunderts sind u. a. folgende größere Bohrungen ausgeführt¹⁾:

Das Bohrloch zu Grenelle bei Paris von 1833—1844 mit steifem Gestänge von zuletzt 70 000 kg Gewicht 1686 par. Fuß = 547,6 m tief.

In Rehme bei Neusalzwerk im Jahre 1834 mit steifem Gestänge 282,51 m, dann mit Oeynhausens Rutschschere bis 696,6 m tief. In Mondorf bei Luxemburg im Jahre 1846 bis zu einer Tiefe von 715 m²⁾; ferner in Salzgitter³⁾, in Sülbeck von 1846—1849, 412 m tief; in Sperenberg⁴⁾ bei Berlin 1268 m tief u. s. w.

Mit Diamanten sind bei Liebau in Schlesien, Rheinfelden bei Basel, Villefranche d'Alliers in Frankreich, bei Aschersleben, Probst Jesar u. s. w. Bohrlöcher bis 1207 m Tiefe ausgeführt. Ein Bohrloch bei Schladebach⁵⁾, Station Kötschau, hat bis Juni 1886 sogar eine Tiefe von 1748,40 m erreicht.

§ 6. Übersicht der Bohrmethoden für größere Bohrlöcher. — Die verschiedenen Methoden zur Herstellung tiefer Bohrlöcher lassen sich zunächst in zwei Hauptklassen bringen, nämlich in das drehende und das stoßende Bohren.

Das drehende Bohren geschieht immer mit Gestängen und zwar in milden Gebirgsmassen (Lehm, Letten, Sand etc.) mit Gezähstücken, welche in die ersteren eindringen und sie beim Ausziehen mit zu Tage bringen, bei

1) Rapport du Jury international etc. 1867. Vol. X. pag. 32.

2) Dingl. pol. Journ. Bd. 400. S. 365. (Ebenda, über die Bohrarbeiten in Schöningen.)

3) Karsten's Archiv 1854. Bd. 26. S. 3.

4) B.- u. H.-Zeitung 1869. S. 159. — Berggeist 1872. S. 170. — Preuß. Ztschr. 1872. Bd. 20. S. 286.

5) Ztschr. des Ver. deutscher Ing. 1885. S. 232. 363. — Österr. Ztschr. 1885. S. 406. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1885. S. 259 (Temperaturmessung). S. 332.

festem Gesteine dagegen mittels einer stählernen oder mit Diamanten besetzten Bohrkronen, siehe § 68.

Das stoßende Bohren wird ausschließlich in festem Gesteine mit Meißeln verschiedener Konstruktion und entweder mit Gestänge oder mit Seil ausgeführt. Das dabei gelöste Gebirge, der Bohrschmand oder Bohrschlamm, wird mit Bohrlöffeln entfernt, was besonders bei tiefen Bohrlöchern sehr zeitraubend ist.

In neuerer Zeit hat man diesen Nachteil mit Erfolg durch Einführung der Bohrmethoden mit Wasserspülung zu beseitigen gesucht.

Kapitel I.

Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen.

§ 7. **Apparate** ¹⁾. — Die beim drehenden Bohren in milden oder flüssigen Gebirgsmassen anzuwendenden Apparate richten sich nach der Konsistenz der ersteren. Ist dieselbe groß, wie bei Letten, Lehm etc., so eignet sich am besten die Schappe (Löffelbohrer, Schneckenbohrer). Dieselbe ist ein der Länge nach mehr oder weniger breit aufgeschlitzter Cylinder aus Schmiedeeisen, Fig. 58, welcher am unteren Ende gewöhnlich mit einer »Schnecke« zum Eindringen in die Massen versehen ist ²⁾.

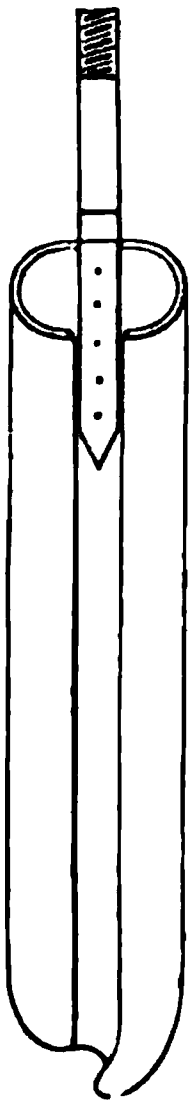


Fig. 58.
Schappe.

Bei weniger konsistentem Gebirge ist der Cylinder ringsum geschlossen und hat am unteren Ende ein Ventil (Klappe, Kugel etc.). Einen derartigen »Ventilbohrer« zeigt Fig. 59.

Ist das Eindringen der Bohrer wegen großer Konsistenz mit Schwierigkeiten verbunden, so bedient man sich der Schlangen- oder Spiralbohrer, von denen Fig. 60 und 61 zwei verschiedene Konstruktionen zeigen. Der Schlangenbohrer läuft unten in zwei Spitzen aus, deren Entfernung etwas größer ist, als der Durchmesser der Spiralen.

Zum Durchbohren von Schwimmsand gebraucht man in engen Bohrlöchern entweder den Ventilbohrer oder die Sandpumpe, Figur 63. Am Löffelseil hängt eine gegabelte Stange *s* mit einem massiven Kolben, welcher sich nach dem Aufsetzen des Löffels nach unten schiebt. Mit dem Aufholen des Löffelseils wirkt der Kolben saugend, das im Boden des Löffels angebrachte Ventil hebt sich und läßt den Schlamm

¹⁾ Ottilia e. Das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der Provinz Sachsen. Preuß. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. 1859. Bd. 7. S. 225. Taf. XVI.

²⁾ Vergl. Bohren mit Schappe bei der kombinierten Tiefbohranlage von C. Köbrich, § 79.

eintreten. Ist der Kolben im oberen Teile des Löffels angelangt und dieser somit gefüllt, so faßt die gegabelte Kolbenstange *s* unter den Bügel des Löffels und nimmt diesen mit in die Höhe, während sich gleichzeitig das Bodenventil schließt.



Fig. 59.
Ventilbohrer.



Fig. 60.

Spiralbohrer.



Fig. 61.

§ 8. Kopfstücke.—Die Drehung der Gestänge mit den eben beschriebenen Apparaten erfolgt entweder mit Maschinenkraft oder durch Handarbeit. Im letzteren Falle wird zum Angreifen für die Arbeiter das in Fig. 62 dargestellte Kopfstück mit Krükel oder Drehbündel *a* auf das Gestänge geschraubt, und bei geringen Tiefen mit Gewichten beschwert.

Bei größeren Tiefen muß das Gestängegewicht teilweise ausgeglichen werden. Dies geschieht dadurch, daß man von dem Kopfstücke aus ein Seil oder eine Kette über eine Rolle führt und mit Gewichten belastet.

C. Köbrich schraubt bei größeren Bohrungen und zum Durchbohren der oberen Diluvialschichten die Schappe an das untere Ende eines hohlen Gestänges und führt Spülwasser in das Bohrloch; vergl. § 79.

§ 9. Verrohrung.—Die Wände der Bohrlöcher sind in milden oder flüssigen Gebirgsmassen selten so stabil, daß sie ohne Unterstützung stehen könnten. Man

Fig. 63.
Sandpumpe.

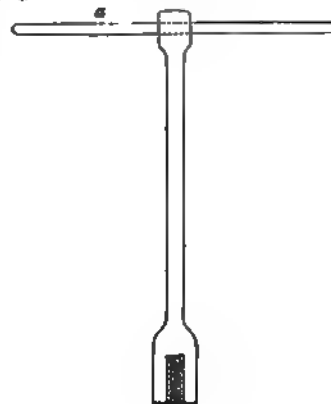


Fig. 62. Kopfstück z. drehenden Bohrer.

muß deshalb eine Verrohrung, gewöhnlich von Eisenblech, dem Bohrer unmittelbar nachfolgen lassen, was entweder durch einfaches Beschweren oder durch gleichzeitiges Drehen der Verrohrung geschieht.

Das Nähere über Material und Herstellung der Verrohrung wird in den §§ 50—60 besprochen werden.

Kapitel II.

Stoßendes Bohren mit Gestänge.

§ 10. **Arten und Wirkungsweise des stoßenden Bohrens.** — Das stoßende Bohren geschieht entweder mit Seil oder mit Gestänge. Im letzteren Falle unterscheidet man zwei Methoden, nämlich diejenige mit steifem Gestänge (englische Bohrmethode) und diejenige mit Zwischenstücken (deutsche Bohrmethode); der arbeitende Teil ist bei beiden ein Meißel.

Einen wesentlichen Einfluß auf die beim Bohren zu erzielende Leistung hat die Dauer der Bohrhitzen, d. h. die Zeit, in welcher man ohne Unterbrechung bohren kann. Im allgemeinen darf man weder zu lange bohren, weil sich sonst zu viel Schlamm im Bohrloch ansammelt, wodurch die Einwirkung des Meißels auf das Gestein beeinträchtigt wird, noch auch darf man das Aufholen des Gestänges und das Löffeln früher vornehmen, als unbedingt notwendig ist.

Bei hartem Gesteine ist die Dauer der Bohrhitzen mehr von der Haltbarkeit des Meißels, als von der Ansammlung des Bohrschmandes abhängig.

Beim Bohren mit der Hand treten außerdem Pausen für die Erholung der Arbeiter ein. Dabei setzt sich aber jedesmal der Bohrschmand zu Boden, so daß die ersten Schläge nach einer solchen Pause so lange wirkungslos sind, bis der Bohrschmand wieder aufgerührt ist. Aus diesem Grunde kann man

beim Bohren mit Maschinen 16—25 Prozent an Zeit gegen das Bohren mit Menschenkräften ersparen.

A. Bohrstücke.

§ 11. **Bohrmeißel.** — Die jetzt angewendeten Bohrer sind bei festem Gesteine in der Regel solche mit Ohrenschneiden α , s. Fig. 64, 65, 66, oder Laschenbohrer. Die Ohrenschneiden sollen das Bohrloch rund erhalten.

Der gewöhnliche einfache Meißel ohne Ohrenschneiden, Fig. 67 und 68,

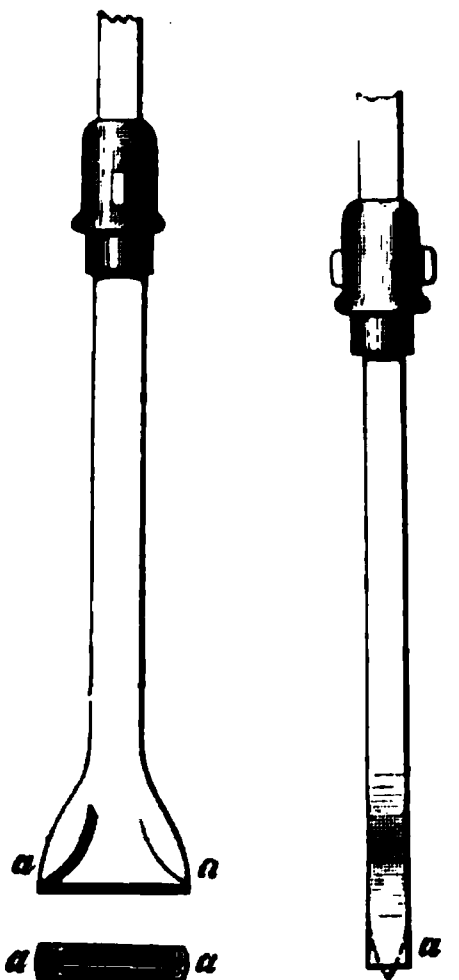


Fig. 64 u. 65.

Laschenbohrer.

Fig. 66.

besteht aus dem Spaten *a* mit der Schneide, dem Schaft *b* und dem Halse *c* mit Schraube.

Nach oben ist der Meißel verjüngt, um ein Festklemmen zu verhüten. Er muß symmetrisch gestaltet sein, damit er senkrecht hängt und das Bohrloch überall rund wird. Die Schneide muß senkrecht zur Axe des Meißels stehen und durch letztere halbiert werden.

Laschenbohrer mit Nachschneiden, welche in den Schaft des Meißels eingelassen sind, werden kaum noch angewendet.

Nach Beer ist erfahrungsgemäß die geradlinige Form der Meißelschneide die beste für alle Gesteinsarten, schon deshalb, weil dabei die Sohle des Bohrloches eben und ein vollständiges Säubern möglich ist, hauptsächlich aber, weil die Kraft des Stoßes auf diese Weise am gleichmäßigsten von allen Teilen des Spatens aufgenommen werden kann.

Die Schärfe der Meißelschneide (Schneidenwinkel) muß um so stumpfer sein, je fester das Gebirge ist. Die Grenzen liegen zwischen 40° und 70° .¹⁾

Bevor der Meißel eingelassen wird, muß die Breite der Schneide durch eine Lehre aus starkem Eisenblech geprüft werden. Ist die Breite zu groß, so klemmt sich der Meißel fest, ist sie zu klein, so verliert man am Durchmesser des Bohrloches, was besonders bei größeren Tiefen sorgfältig zu vermeiden ist.

In neuerer Zeit werden die Meißel ganz aus Gußstahl gefertigt, während sie früher ausschließlich aus Schmiedeeisen mit verstärkten Bahnen bestanden. Die Fasern des Stahles müssen aber senkrecht zur Schneide stehen, da sich dieselbe sonst zu leicht abnutzt. Auch darf der Stahl nicht spröde sein, also nicht bei zu hoher Temperatur gehärtet werden²⁾.

Der Hals des Meißels ist gewöhnlich mit einer Schraubenspindel versehen. Wenn sich dieselbe abgearbeitet hat, so kann leicht ein Überschrauben und damit der Nachteil eintreten, daß

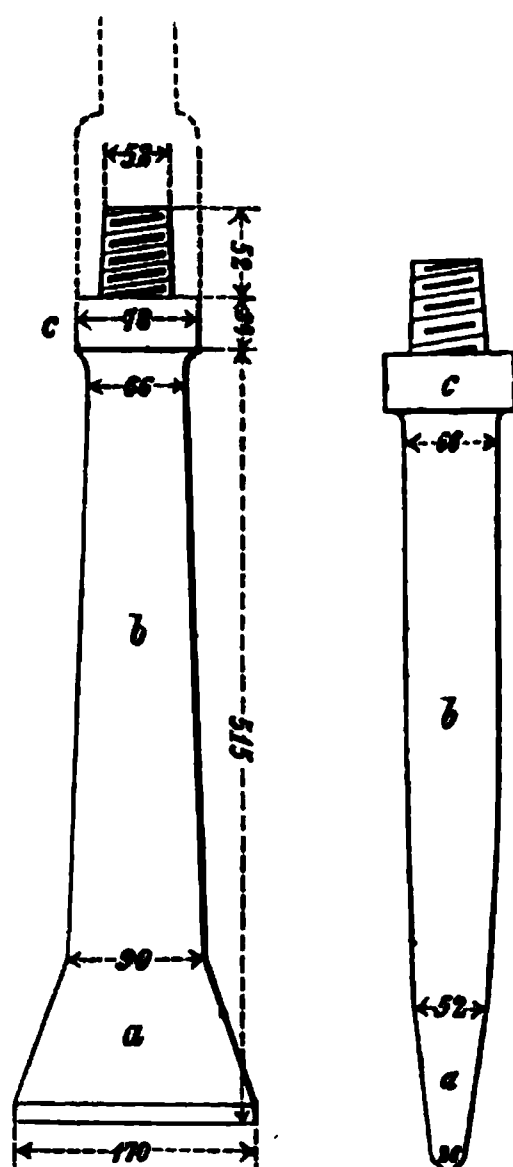


Fig. 67.

Fig. 68.

Einfacher Bohrmeißel.

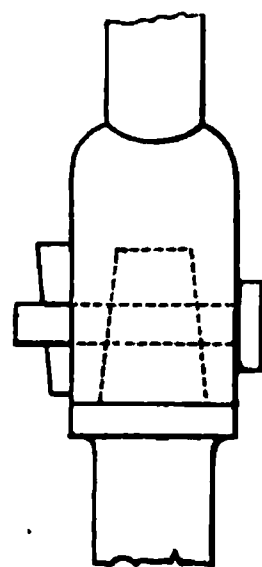


Fig. 69. Keilschloß.

1) Theoretische Untersuchungen hierüber siehe v. Sparre in Preuß. Zeitschr. 1865. Nr. 7. S. 56.

2) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 16, 40.

der Meißel schief am Untergestänge sitzt. Infolge dessen trifft er nur mit einer Ecke auf und bricht leicht ab. Man hat deshalb vorgeschlagen¹⁾, anstatt der Schraube einen konischen Zapfen anzuwenden und denselben mit dem Untergestänge durch ein Keilschloß, Fig. 69, zu verbinden. Dasselbe zieht auch Fauck²⁾ der Schraubenverbindung vor, weil er es für geeigneter hält, die heftigen Stöße auszuhalten und damit Brüche zu vermeiden.

Das Gewicht eines Meißels beträgt bei 350 mm Breite und einer mittleren Schaftstärke von 105 mm etwa 210 kg.

Um die senkrechte Stellung eines abgebrochenen Meißels zu sichern, versieht ihn Schumacher in Köln mit einem besonderen Verlängerungstück (D. R. P. No. 20 419). Der Meißel *A*, Fig. 70, 71, hat oben das Gewinde *a*, auf welches das als Verlängerung dienende starkwandige Schmiederohr *B* aufgeschraubt und durch den warm aufgezogenen Ring *b* noch mehr befestigt wird.

3



Fig. 70, 71.

Fig. 72.
Meißelbefestigung nach
Schumacher.Fig. 73.
Glockenbohrer oder Büchse.

Die Schraubenverbindung *c* am unteren Ende des Verbindungstückes ist durch eine Gegenmutter *d* versichert, welche zugleich einen guten Angriffspunkt für die Fangschere bildet.

§ 12. **Glockenbohrer oder Büchse.**— Bei Gestein von ungleicher Härte und wenn die Ecken des einfachen Meißels sich abgearbeitet haben, verliert das Bohrloch leicht seine runde Form und muß nachgebücht werden. Dies geschieht mit dem Glockenbohrer oder der Bohrbüchse, Fig. 73, welche

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 73.

²⁾ Fauck, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885. S. 34.

einen geraden, scharfen oder gezahnten, in beiden Fällen verstärkten Rand hat und bei fortwährendem Drehen stoßend gehandhabt wird.

§ 13. **Meißelbohrer von anderer Form.** — Für das Bohren in geneigten und verschieden festen Schichten empfiehlt A. Rost¹⁾ einen Kreuzmeißel von der in beistehenden Fig. 74 und 75 dargestellten Form. Derselbe ist auch beim sächsischen Braunkohlenbergbau in Anwendung gewesen.

Zur Beseitigung von Fächsen und zum Zermalmen festerer Gesteinsstücke benutzt man wohl den Kolbenbohrer²⁾, Fig. 76 und 77, seltener den schwieriger zu schärfenden Kronenbohrer.

§ 14. **Bohrkeule.** Fig. 78. — Die Bohrkeule ist ein cylinderförmiges, unten abgerundetes Stück Eisen, welches dem Lettenbohrer bei der Sprengarbeit entspricht und ebenso wie dieser zum Verkleiden der Bohrlochwände mit Letten benutzt wird.

§ 15. **Bohrlöffel (Schlamm- oder Schmandlöffel).** — Die vom Bohrmeißel gelösten Massen bilden mit Wasser den Bohrschlamm oder Bohrschmand, welcher nach einer gewissen Dauer der Bohrarbeit — bei Gestein von mittlerer Festigkeit etwa 2 bis 3 Stunden — mit Hilfe des Bohrlöffels entfernt werden muß.

Der letztere ist ein aus Eisenblech zusammengeneteter Cylinder von 3—4 m Höhe und einem Durchmesser, welcher um 20—30 mm geringer ist, als derjenige des Bohrloches. Am Boden befindet sich ein nach oben schlagendes Klappen- oder Kugelventil. Die langen Nietreihen müssen abwechselnd stehen; siehe Fig. 79.

Der Löffel wird auch beim Gestängebohren gewöhnlich am Seile eingelassen, nur zur Beschwerung schraubt man einige Gestängestücke auf. Nachdem sich der Löffel durch mehrmaliges Aufstoßen gefüllt hat, wird er zu Tage geholt und in einen außerhalb des Bohrturmes befindlichen Sumpf oder Kasten ausgegossen, wobei man sich jedesmal von dem guten Zustande des Ventiles zu überzeugen hat.



Fig. 74. 75.
Kreuzmeißel.



Fig. 76. 77.
Kolbenbohrer.



Fig. 78.
Bohrkeule.

Fig. 79.
Bohrlöffel.

1) A. Rost, Die deutsche Bergbohrerschule. Thorn 1843. S. 76.

2) Preuß. Zeitschr. 1839. Bd. 7. S. 226.

§ 16. **Solheber.** — Im Zusammenhange mit den Bohrlöffeln sind hier auch die Solheber zu nennen. Dieselben dienen dazu, in Bohrlöchern Proben von Salzsole zu nehmen, und müssen so eingerichtet sein, daß sie sich nur an einer bestimmten Stelle füllen und dann verschließen lassen, so daß die Proben ohne Vermischung mit süßem Wasser oder mit Solen von anderem Salzgehalte, welche etwa an verschiedenen Stellen des Bohrloches eindringen, zu Tage geschafft werden können.



Fig. 80.
Solheber.

Fig. 61

Fig. 62.
Solöffel von
Degoussé.



Fig. 83.
Solheber.



Fig. 84.



Fig. 85.
Kind'sche Bohr-
büchse.

Die einfachste Form der Solheber ist ein kupferner Cylinder mit Ventil am oberen Ende und verschlossenem Boden. Das zapfenförmige Ventil *r*, Fig. 80, 81, ist an einem Stege *s* befestigt, von dessen beiden Enden Stangen *t* herabhängen, welche sich unten in eine schwere, das Niedergehen des Solhebers ermöglichende Birne *b* vereinigen. Stößt die letztere auf der Sohle des Bohrloches auf, so öffnet sich das Ventil *v* und der Solheber füllt sich. Beim Anheben des Cylinders, welcher durch den Bügel mit dem Gestänge in direkter Verbindung steht, zieht die Birne das Ventil zu, vorausgesetzt, daß sich kein Schlamm dazwischen gesetzt hat. Um dies zu verhüten, muß man vor Beginn des Probenehmens dem Schlamme Zeit zum Absetzen lassen.

Mit dem eben beschriebenen Solheber kann man Proben nur auf der Sohle des Bohrloches nehmen. Um es in jeder beliebigen Tiefe thun zu

können, muß man eine entsprechende Anzahl von Bohrstangen unter dem Solheber anbringen.

Degoussée wendete für solche Fälle einen Sollöffel an, siehe Fig. 82, welcher oben und unten doppelte Böden aa' und bb' mit je einem Kegelventilsitze hat. Durch beide Böden hindurch geht eine Stange mit zwei doppelten Kegelventilen, welche oben im Apparate eine rechts geschnittene Schraube s hat. Schließen die Ventile die beiden unteren Böden ab, so kann keine Sole eindringen, wohl aber dann, wenn die Schraube, nachdem der Löffel an Ort und Stelle angelangt ist, aufwärts bewegt wird. Durch Zurückschrauben wird der Löffel wieder geschlossen.¹⁾

Denselben Zweck soll der Solheber (Sollöffel), Fig. 83, erfüllen, dessen Zapfen, an welchem eine Hubbegrenzung angebracht sein muß, durch ein Seil herausgezogen wird und sich beim Nachlassen des letzteren durch sein Eigengewicht schließt.

§ 17. **Apparate zum Kernbohren.** — Um die Beschaffenheit des durchbohrten Gebirges auch beim stoßenden Bohren genauer untersuchen zu können, als es durch den Bohrschlamm möglich ist, werden Gesteinskerne herausgebohrt. Dies geschieht nach Kind²⁾ durch Büchsen von Gußstahl, welche an ihrem unteren Ende vier Meißel haben; Fig. 84, 85. Das Abreißen und Herausholen der Steinkerne besorgte Kind mit einem komplizierten Apparate³⁾, Zobel mit seinem Eisenfänger (S. 79), welcher zu diesem Zwecke halbcylindrische Backen mit vorstehenden Schuhen erhält.

B. Gestänge und Zwischenstücke.

§ 18. **Bestandteile.** — Das eigentliche Bohrgerät besteht von oben nach unten aus dem Obergestänge, den Zwischenstücken (Freifallapparaten) und dem Untergestänge oder Schlaggewichte mit dem Meißel.

§ 19. **Obergestänge. Allgemeines.** — Das Obergestänge oder das eigentliche Bohrgestänge besteht aus Holz, massivem Eisen oder eisernen Röhren. Bei allen drehend auszuführenden Manipulationen, welche auch beim stoßenden Bohren und zwar bei den Fangarbeiten vorkommen, sind massive eiserne Stangen nicht zu entbehren.

§ 20. **Massiv eisernes Gestänge.** — Der Querschnitt der Stangen ist gewöhnlich viereckig, runde Stangen sind weniger gut zu handhaben.⁴⁾

Die Stärke der Stangen schwankt zwischen 20 und 30 mm Seite, sie richtet sich nach der Tiefe des Bohrloches und beträgt bei 200 m Tiefe, sowie bei Anwendung einer Rutscher oder eines Freifallstückes 20—24,

1) Degoussée et Laurent, Die Anwendung des Erd- und Bergbohrers. Deutsch, Quedlinburg 1851.

2) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 221.

3) Beer, a. a. O. S. 202.

4) Beer, a. a. O. S. 61.

beim Bohren mit steifem Gestänge, wobei man nicht tiefer als 100 m gehen sollte, 26 mm. Bei 400 m Tiefe ohne Anwendung von steifem Gestänge ist eine Stärke von 26 mm noch ausreichend.

Die Länge der Stangen ist so groß wie möglich zu nehmen, um die Zeit des Aufholens und Einlassens zu kürzen. Indes wird die Länge begrenzt durch die Höhe des Bohrturmes, sowie durch die Schwierigkeit, lange Stangen in der Schmiede schweißen und richten zu lassen. Die größte Länge beträgt 12,30 m (40 Fuß).

In Schöningen hatte man zwar Stangen von nur 8,55 m Länge, zog aber immer 3 Stangen auf einmal.

Außer den Hauptstangen hat man noch Ergänzungsstangen nötig, deren Länge gleich oder ein Vielfaches derjenigen der Stellschraube sein muß. Ist die letztere z. B. $1\frac{1}{2}$ m lang, so braucht man bei Hauptstangen von 12 m Länge Ergänzungsstangen von $1\frac{1}{2}$, 3 und 6 m Länge.

§ 21. **Stangenschlösser der eisernen Gestänge.** — Die Verbindung geschieht durch Stangenschlösser. Beim stoßenden Bohren ist die beste Verbindung diejenige mit Vater- und Mutterschraube. Das Keil- oder Gabelschloß, Fig. 86, 87 ist weniger zweckmäßig, weil es durch die Erschütterungen leicht locker wird und die Schraubenbolzen häufig herausfallen.

Beim Schraubenschloß, Fig. 88, muß die Mutterschraube mit dem offenen Ende nach unten gerichtet sein, damit kein Sand etc. hineinkommen kann.

Zum Abfangen während des An- und Abschraubens haben die Stangen unterhalb der Schraubenspindel einen oder zwei aufgeschweißte oder besser aus dem Ganzen geschmiedete Gestemme (Bunde).

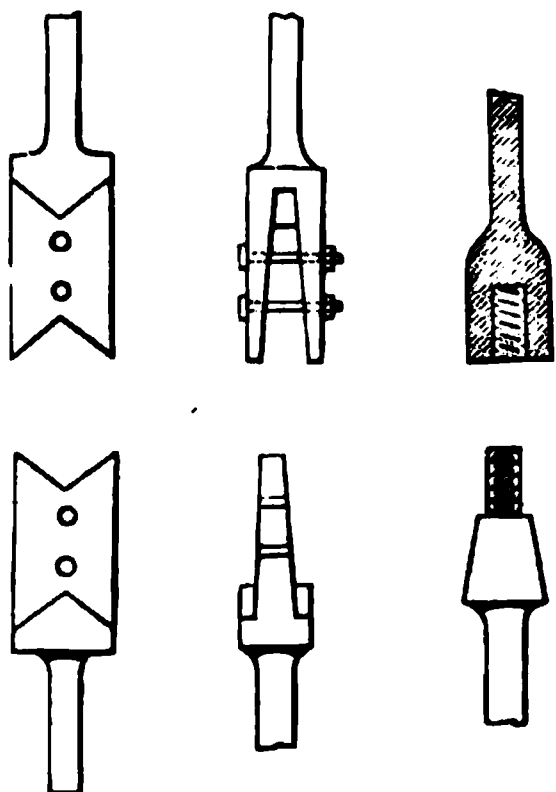


Fig. 86. Fig. 87. Fig. 88.
Keil- od. Gabelschloß. Schraubenschloß.

Im allgemeinen muß die Stärke der Schrauben mindestens gleich derjenigen der Stangen sein. Auch macht man die Schrauben schwach konisch und läßt anfänglich nur etwa drei Gewinde fassen, um nach dem Abnutzen derselben tiefer schrauben zu können. Ist die Vaterschraube schließlich vollständig eingedrungen, so werden die Enden abgehauen und neue angeschweißt.

Die Gewinde werden dreieckig und für den gewöhnlichen Gebrauch rechts geschnitten. Links geschnittene Gewinde braucht man nur bei Fangarbeiten, wenn man das Gestänge drehend handhaben muß¹⁾.

Um das An- und Abschrauben beim Einlassen und Aufholen der Gestänge zu ersparen, schlägt Sachse in Orzesche vor, jeder Stange etwa 1 m

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 225.

über dem unteren Ende ein Gabelgelenk zu geben (D. R. P. Nr. 2110, 1878).

§ 22. **Hölzernes Gestänge.** — Hölzerne Gestänge verlieren, trotz des Eisenbeschlages, im Wasser einen grossen Teil ihres Gewichtes. So betrug das beim Herausziehen des Gestänges zu hebende Gewicht bei einem Bohrloche in Schöningen für das laufende Meter Holzgestänge 2,1 kg gegen 5,6 kg bei eisernem Gestänge und man gebrauchte zum Aufholen des ersteren mittels Tretrad nur 44 Prozent derjenigen Zeit, welche bei eisernen Gestängen nötig var.¹⁾

Die Holzstangen, welche ihrer ungenügenden Stabilität wegen für das Bohren mit steifem Gestänge überhaupt nicht verwendbar sind, liefern bei Anwendung der Rutschschere, s. §§ 26 u. 27, für die Bohrarbeit selbst keine Kräftersparung, da dieselbe von der Verringerung des absoluten Obergestänge-Gewichtes abhängt. In demselben Maße aber, wie durch die Gewichtsverminderung des hölzernen Obergestänges und durch den Auftrieb des Wassers im Bohrloche die mechanische Arbeit beim Anheben wird auch beim Niederfallen die Schlagwirkung vermindert, da das Gestänge bis zum Auftreffen des Meißels mitfällt.

Auch bei Anwendung von Freifallinstrumenten bieten die hölzernen Gestänge gegenüber den eisernen für die Erleichterung der Arbeitsleistung beim Bohren selbst wenig Vorteile, da man das größere Gewicht der Eisenstangen ausgleichen kann.

Als ein wesentlicher Nachteil der hölzernen Gestänge ist zu erwähnen, daß sie in der Winterkälte, wenn sie naß aus dem Bohrloche kommen, Längsrisse erhalten, welche sich allmählich erweitern; auch lockern sich die Beschläge leicht. Außerdem kann man Holzgestänge bei dem sonst so beliebten Fabian'schen Abfallstück, siehe §§ 34 u. 32, nur bis zu mäßiger Tiefe anwenden, weil sich das Gestänge bei Abwerfen dreht und dadurch das letztere selbst erschert wird. Bei den Bohrungen zu Rohr (Kreis Schleingen) war schon bei einer Tiefe von 160 m die Arbeit für den Krückelführer zu anstrengend.

Fig. 89.
Gabelförmiger Beschlag.

§ 23. **Verbindung der Holzstangen.** — An den Enden der Stangen finden sich Eisenbeschläge in Form von Gabeln oder Blechhülsen, welche durch Schraubenschlösser verbunden werden. Die Verbindung mit Blechhülsen (Hülsenbeschlag), welche von Kind konstruiert und

1) Serloßergbaukunde. I. 1884. S. 75.

von v. Seckendorf¹⁾ verbessert wurde, ist weniger angewendet, als der einfachere und billigere gabelförmige Beschlag²⁾. Derselbe besteht aus zwei Schienen, siehe Fig. 89, welche entweder platt oder nach der Rundung der Stangen gebogen sind. Die gabelförmigen Schienen vereinigen sich zu einer

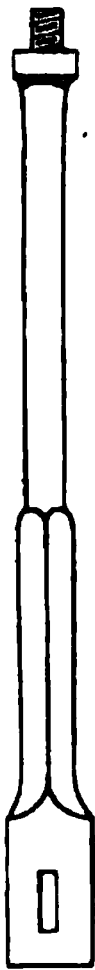


Fig. 90.
Bohrklotz.

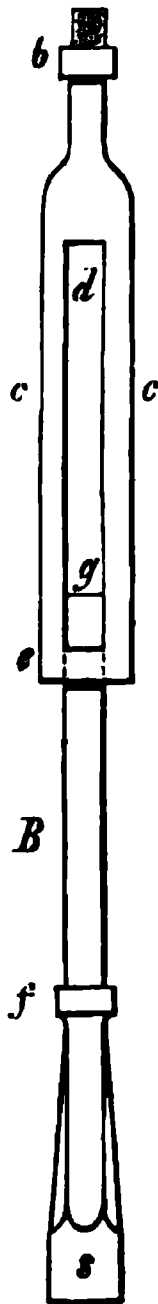


Fig. 93.
Rutschere von v. Oeynhausen.

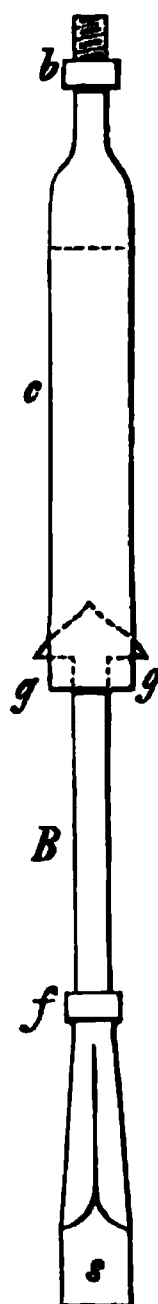


Fig. 94.

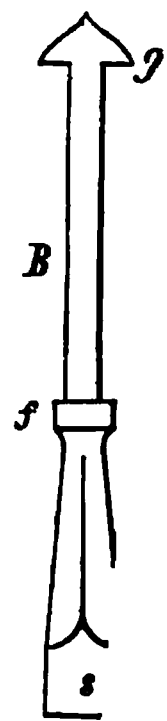


Fig. -
Abfallack.

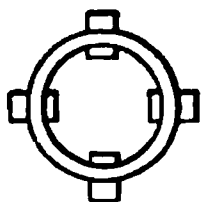
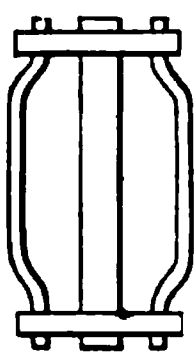


Fig. 91. 92.
Bohrlehre.

Stange mit Bund und Vater-, beziehungsweise Mutter-schraube. Nachdem die an den Enden konisch zueschärfte, 92 mm starke Holzstange in die Gabel eingesteckt, werden vier eiserne Ringe rotwarm auf den Beschlag fgetrieben und schließlich noch vier Nietbolzen durch Sienen und Stange gesteckt.

Außerdem haben die Schienen an ihrer inneren Fläche noch drei scharfkantige Rippen, welche vor dem Auftreiben der Ringe durch Schrauben in das Holz der Stange eingepreßt werden.

§ 24. **Untergestänge.** — Die Wirkung des Bohrens wird unter sonst gleichen Umständen von der allhöhe und

1) Preuß. Ztschr. 1854. Bd. 4. S. 67. 68. — Beer, Erdbohrkue. Prag 1858. S. 70. Fig. 52.

2) Preuß. Ztschr. 1859. Bd. 7. S. 17. Taf. II, Fig. 7.

dem Gewichte des abfallenden Bohrstückes abhängen. Da man nun das ganze erforderliche Schlaggewicht nicht dem Meißel selbst geben kann, weil dessen Handhabung in der Schmiede zu schwierig werden würde, so hat man lediglich zur größeren Belastung ein besonderes Gezähstück, nämlich die das Untergestänge bildende große Bohrstange, den Bären oder Bohrklotz, Fig. 90, d. h. eine mit Ausnahme des oberen Endes quadratische, schmiedeeiserne Stange auf den Meißel gesetzt. Der obere Teil derselben ist cylindrisch abgedreht, um die Bewegung der hier angebrachten zur Geradföhrung dienenden Lehre, siehe Fig. 91, 92 zu erleichtern.

Der Bohrklotz erhält je nach der Bohrlochweite und der Gesteinsfestigkeit eine Länge bis zu 6 m und eine Stärke bis zu 160 mm. Das Gewicht beträgt dabei zwischen 200 und 450 kg.

Mit der Hubhöhe geht Fauck in neuerer Zeit unter Anwendung großer Schlaggewichte (400—450 kg) bis zu 1 und 1,25 m bei 20—30 Schlägen pro Minute.

§ 25. **Zwischenstücke. Allgemeines.** — Bei dem älteren (englischen) Bohrverfahren mit steifem Gestänge existirte nur ein Gestänge mit dem Meißel. Da hierbei die Erschütterungen beim Bohren dem ganzen Gestänge mitgeteilt wurden, so mehrten sich mit zunehmender Tiefe die Gestängebrüche derart, daß beispielsweise zu Neusalzwerk bei Rehme im Jahre 1834 nach Erreichung einer Tiefe von 288 m mit steifem Gestänge nicht mehr weiter gebohrt werden konnte. Man bemühte sich deshalb, über dem Meißel ein Zwischenstück einzuschalten, in welchem die Erschütterungen ihre Grenze finden und sich dem Obergestänge nicht mehr, oder' doch nur in geringerer Heftigkeit mitteilen sollten.

§ 26. **Wechselschere oder Rutschere von v. Oeynhausen.** — Das erste Ergebnis der vorstehend genannten Bemühungen war die von dem Berghauptmann v. Oeynhausen erfundene Wechsel- oder Rutschere¹⁾. Dieselbe besteht aus den Scherenarmen *c* (Fig. 93, 94), welche unten durch einen runden Wulst *e* abgeschlossen sind. Ueber ihnen befindet sich ein Bund *b* und darüber eine Vaterschraube zur Verbindung mit dem Obergestänge.

In dem zwischen den Scherenarmen verbleibenden Schlitz *d*, welcher 15 cm höher als der Hub sein muß, gleitet der Kopf *g* des Abfallstückes *B*, siehe Fig. 95, welcher gleichfalls mit einem Bunde *f* und am unteren Ende mit einer zur Aufnahme des Untergestänges dienenden Schraubenmutter *s* versehen ist.

§ 27. Die **Rutschere von Kind**, auch Löffelschieber oder Löffelschere genannt, besteht aus dem Scherenstück *A* und dem Abfallstück *B*, Fig. 96, 97. Das letztere ist gleichfalls geschlitzt und föhrt sich in dem ersteren durch einen festen Querbolzen *b*.

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 92. — Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 74.

Beim Aufholen des Gestänges mit dem Bohrschwengel hängt das Untergestänge mit dem Abfallstück in der Schere. Beim Niederfallen des Ge-

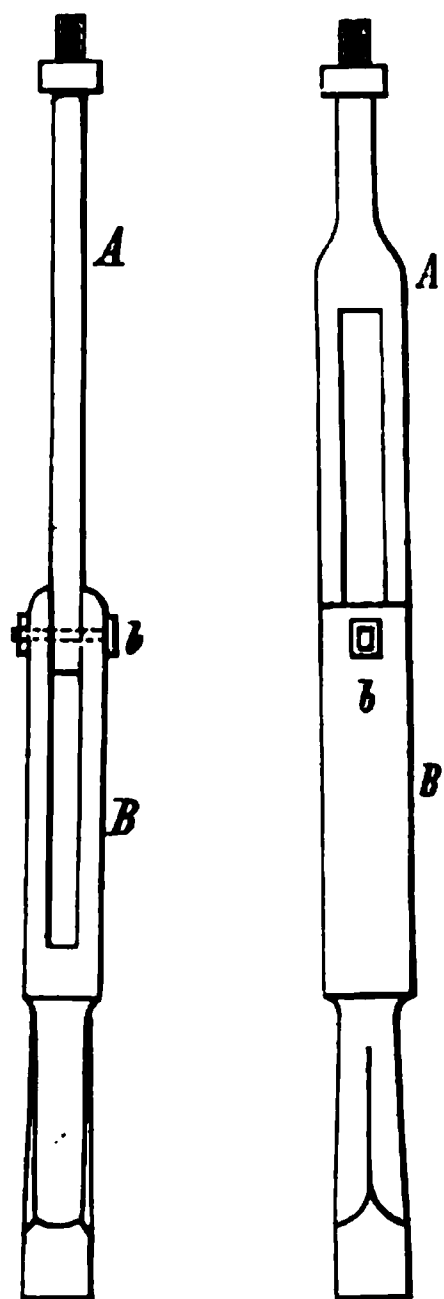


Fig. 96. Fig. 97.
Rutschere von Kind.

stänges und nach dem Aufschlagen des Bohrmeißels folgt das Obergestänge nach. Dabei hat man durch rechtzeitiges Nachlassen der Stellschraube darauf zu sehen, daß der Meißel stets auf das Gestein trifft. Wird diese Vorsicht nicht genügend beachtet, so hängt sich der Querriegel *b* auf die Querverbindung des Scherenstücks und es entstehen Brüche. Außerdem werden die Erschütterungen durch die Rutschere nur in beschränktem Grade vom Obergestänge ferngehalten und erfolgten deshalb immer noch sehr häufig Gestängebrüche, deren wesentliche Verminderung erst gelang, nachdem man das Untergestänge durch Anwendung der Freifallapparate vollständig vom Obergestänge getrennt hatte.

§ 28. Kind'scher Freifallapparat¹⁾. — Der erste Freifallapparat wurde von Karl Gotthelf Kind erfunden und am 17. Juli 1844 bei Mondorf, an der Grenze zwischen Frankreich und Luxemburg, bis zu einer Tiefe von 715 m, der größten bis dahin in Europa erreichten, angewendet.

Der Kind'sche Freifallapparat, siehe Fig. 98, 99, besteht aus der Zunge oder dem Abfallstück *i* und dem Scherenstück *f*. Das erstere hat oben das Köpfchen *e* und am unteren Ende die zur Aufnahme des Untergestänges bestimmte Hülse *k*. Das Scherenstück ist unten durch einen Querriegel geschlossen, welcher die Bewegung der Zunge nach unten begrenzt und auf welchem sich dieselbe mit dem oberen Teile ihres Schlitzes legt, wenn das Gestänge herausgeholt oder mit dem Apparate nach Art der Rutschere gebohrt wird. Für den Fall, daß das Scherenstück am unteren Ende nicht durch einen Riegel, sondern durch einen Ring geschlossen ist, sind an der Zunge *i* »Nasen« (Flügel) *z'* angebracht. Beim Niederfallen darf die Zunge nicht auf den Querriegel, bezw. dürfen die Nasen *z* nicht auf den Ring treffen, sondern müssen noch etwa 3 cm über demselben stehen.

Am oberen Ende sind die Leitschienen des Scherenstückes durch das Halsstück *g*, sowie durch vier Schloßkeile oder Schrauben verbunden. Vom

¹⁾ Dingler's polyt. Journ. 1845. Bd. 97. S. 310. — 1845. Bd. 98. S. 166. — 1846. Bd. 100. S. 365. — K. G. Kind, Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842. — Bergwerksfreund. Eisleben 1846. Bd. 10. S. 513.

Halsstück (Kopfstück) *g* aus geht eine Stange nach oben und dient zum Aufschrauben des Obergestänges. Die Schieberstangen *b* bewegen sich in Aussparungen am Halsstücke *g*, sind mittels Schrauben am Hütchen *a* befestigt und tragen am unteren Ende den Zangenapparat. Derselbe war mit den Schieberstangen bei der ursprünglichen Konstruktion durch Gelenke verbunden, siehe Fig. 100 u. 101 auf Seite 60, welche sehr häufiger Reparaturen bedurften. Bei einer durch Kind selbst vorgenommenen Abänderung wurde deshalb am unteren Ende der Schieberstangen ein Keilstück, siehe Fig. 98, 99 angebracht, durch welches die oberen Arme des Zangenapparates hindurchgehen. Bei der Bewegung des Keiles nach oben öffnet sich die Zange, bei umgekehrter Bewegung schließt sich dieselbe.

Diese Aenderung hat sich in Schöningen indes nicht bewährt. Im Jahre 1860 hat man dort mit Vorteil den Keil wiederum durch ein Gelenk ersetzt ¹⁾).

Das Hütchen *a* stellt man durch Lederscheiben her, welche zwischen Eisenscheiben liegen. Dieselben dürfen indes nicht zu steif sein, weil sie durch den Druck des Wassers gebogen und gebrochen werden, weshalb Kleritj ²⁾ den Rand des Hütchens derart einrichtet, daß er beim Aufgange umklappt. Dabei gleitet auch der Schlamm ab, welcher sonst das Spiel des Hütchens stört.

Da dasselbe verschiebbar ist, so wird es beim Niedergange des Obergestänges von dem im Bohrloche stehenden Wasser nach oben gescho-

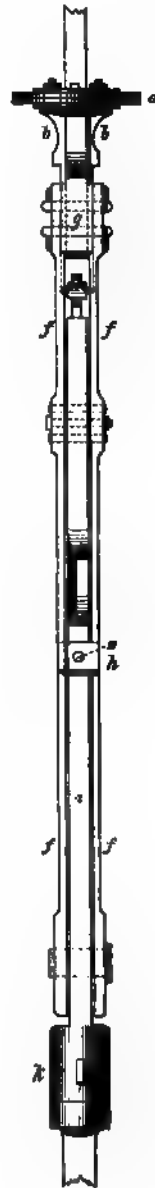


Fig. 98.

Fig. 99.

Kind'scher Freifallapparat.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitung von B. Kerl und F. Wimmer. 1866. S. 257.

²⁾ Ebenda. 1871. S. 345.

ben. Dabei gleiten die geöffneten Zangenhaken etwa 36 mm weit über des Köpfchen des Abfallstückes hinweg. Wird alsdann das Obergestänge nach oben gezogen, so wird das Hütchen vom Wasser niedergedrückt, die Zangenhaken schließen sich, fassen unter das Köpfchen und nehmen das Unter- gestänge mit in die Höhe, um es im Augenblick des Hubwechsels frei fallen zu lassen.



Fig. 100.

Fig. 101.

In Weitungen, welche durch Nachfall entstanden sind, spielt das Hütchen nicht gut. In Schöningen brachte man deshalb durch Verlängerung und nachherige Verkürzung des Abfallstückes das Hütchen erst über, sodann unter die Weitung ¹⁾.

v. Seckendorf umgab das Hütchen mit einem Cylinder aus Kupfer- oder Eisenblech, welcher oben mit einem Drahtgewebe verschlossen war, um den Nachfall unschädlich zu machen. Das Hütchen arbeitet also in einer künstlichen Wassersäule und deshalb auch in Weitungen, sowie bei Nachfall, welcher außerdem durch Beseitigung der Strömungen vermindert wird ²⁾.

Die unter das Köpfchen greifenden Flächen der Zangenenden, sowie die entsprechenden Flächen des ersteren sollen mit der Horizontalen einen Winkel bilden, welcher um so größer sein

muß, je sandiger das Wasser ist, weil sonst wegen der stärkeren Reibung das Abfallen erschwert wird, während sich das Köpfchen bei steilen Flächen und bei schlammigem oder thonigem Wasser leicht aus den Zangenenden herauszieht. In Rohr betrug der Winkel 30° ³⁾ zur Horizontalen. Außerdem müssen alle greifenden und gegriffenen Teile aus Stahl angefertigt oder ver- stählt sein.

Der Kind'sche Apparat ist kompliziert, häufigen Beschädigungen aus- gesetzt und kostspielig, ferner in engen und trockenen Bohrlöchern überhaupt nicht anwendbar. Sodann entsteht durch das Spiel des Hütchens eine den Nachfall befördernde Strömung. Auch das Belegen des Hütchens mit Bohr- schlamm, sowie der Umstand, daß bei wechselndem Gestein die Neigungs- winkel der Zangenenden geändert werden müssen, sind wesentliche Nachteile.

Um dem Abfallstücke eine senkrechte Führung zu geben, hat man es später mit einem Schlitz versehen, siehe Fig. 99, in welchem sich ein zwischen den Scherenbacken befestigter Leitbolzen führt.

§ 29. **Freifallinstrument von Schubarth und Humboldt.** — Von der Ma- schinenbau-Actien-Gesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz und dem

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 97.

2) Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 473.

3) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 43.

Ingenieur Karl Schubarth in Dortmund ist die durch Fig. 102 dargestellte Konstruktion eines Freifallinstrumentes vorgeschlagen, welche bei ihrer Einfachheit eine wesentliche Verbesserung des Kind'schen Instrumentes sein dürfte¹⁾.

Das aus zwei Backen bestehende Scherenstück *A* (der eine der Backen ist in Fig. 102 fortgelassen) ist mit dem Halsstücke *b* durch die Bolzen *cc* vernietet und am unteren Ende durch den Ring *g* zusammengehalten. Das Halsstück hat die beiden Bunde *ee* zum Unterschieben der Abfangeabel und zum Angreifen des Stuhlkrückels beim Fördern des Gestänges, sowie die Schraubenspindel *f* zum Aufschrauben des Obergestänges. Der längliche Bolzen *d* soll die Befestigung des Halsstückes mit den Scherenbacken noch mehr sichern. Die letzteren sind mit einem Schlitz versehen, von dessen Länge die Fallhöhe des Untergestänges abhängt und in welchem sich der an der Zunge (dem Abfallstücke) *C* befindliche Leitbolzen *r* führt. Die Zunge hat oben ein Köpfchen *o* mit einer Sitzfläche *s* und am unteren Ende eine Schraubentute *t* zur Aufnahme des Untergestänges.

An Stelle des Zangenapparates ist ein Hebel *k* angeordnet. Derselbe dreht sich um den Bolzen *l*, welcher mit dem Daumen *m* und dem Ansätze *n* fest verbunden ist, und hat am andern Ende ein Gelenk, von welchem aus Zugstangen *i* nach dem Hütchen *h* gehen und sich in den Schlitten *qq* führen.

In Fig. 102 hat das Hütchen seinen höchsten Stand erreicht und die Zunge ist eben abgefallen. Kommt der Freifallapparat beim Niedergehen wiederum bis auf das Köpfchen der Zunge, so gleitet die Fläche *p* an dem Ansätze *n* ab, der Daumen *m* gelangt unter die Sitzfläche *s* und wird, sobald das Gestänge den Ausgang beginnt und das Hütchen *h* durch das Wasser abwärts geschoben ist, fest unter die Sitzfläche gedrückt. Sobald wiederum der höchste Punkt erreicht ist und das Gestänge abwärts geht, schiebt der Wasserdruck das Hütchen nach oben. Dadurch wird gleichzeitig der Hebel *k* aufwärts gedreht, der Daumen *m* ausgerückt und das Untergestänge zum Abfallen gebracht.

Das Instrument besteht aus Schmiedeeisen, das Zungenköpfchen und der Daumen aus Stahl.

Fig. 102.
Freifallapparat von
Schubarth u. Hum-
boldt.

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 210.

§ 30. **Freifallapparat von Greiffenhagen.** — Der Übelstand, daß bei dem Kind'schen Apparate die Neigungswinkel der greifenden Zangenflächen bei wechselndem Gestein geändert werden müssen, veranlaßte den Bergmeister Greiffenhagen, bei den Bohrungen in Schöningen den Kind'schen Apparat zu beseitigen und folgende, ebenfalls durch große Einfachheit sich auszeichnende Vorrichtung an die Stelle zu setzen ¹⁾.

An einem zwischen zwei Hauptleitbacken *B*, siehe Fig. 103, angebrachten Drehbolzen *c* bewegt sich ein Zangenarm, welcher unten einen Haken *d* und oben eine unter 45° geneigte ovale Blechscheibe *g* trägt. Die letztere ist aus zwei Teilen zusammengesetzt und umschließt allseitig die Schienen des Scherenstückes. Die Nasen (Schlag- und Querleitbacken) *b* und *b'* haben denselben Zweck wie beim Kind'schen Apparat.

Die Sitzfläche des Hakens *d*, sowie die entsprechende des Köpfchens sind horizontal. Beim Aufgange drückt das Wasser auf die Scheibe und dreht den Haken unter das Zungenköpfchen. Beim Beginne des Niederganges macht der Haken eine entgegengesetzte Bewegung und läßt das Untergestänge fallen. Reibungen und Klemmungen sind nur auf den Bolzen *c* beschränkt, außerdem rutschen Bohrschmand und Nachfall von der schrägen Blechscheibe ab.

Fig. 103.
Freifallapparat von
Greiffenhagen.

§ 31. **Freifallapparat von Fabian.** Fig. 104, 105. — Bei dem Fabian'schen Freifallapparate ²⁾ bilden zwei Stücke *a*, siehe Fig. 105, einen Cylinder und am oberen Ende eine Vaterschraube *f*, auf welche eine Mutterschraube *g* gesetzt wird, während sie unten durch einen warm aufgetriebenen Ring *e* zusammengehalten werden. In dem Cylinder befinden sich zwei Schlitz *i*, welche oben eine Abschrägung *k* und einen Flügelsitz *b* haben; die älteren Instrumente hatten vier Schlitz.

In den Schlitz gleiten die Flügel oder Nasen *c* eines Quirlstückes *d* (Fig. 106 und 107), dessen untere Verlängerung das Abfallstück (Degen im Schaumburgischen) bildet. An die Mutterschraube *g* schließt sich das Obergestänge *h* an. Der Cylinder wird mitunter von einem Blechmantel umschlossen, um das Eintreten von Nachfall in die Schlitz zu verhindern ³⁾.

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrers müssen die Flügel des Fabian'schen Quirlstückes auf dem Ringe *e* des Cylinders ruhen. Nachdem der Meißel auf der Sohle angekommen ist, folgt das Obergestänge nach, während der Cylinder an dem Flügel abwärts gleitet. Die letzteren werden schließlich durch die Abschrägung *k* auf die Sitze gebracht, auf denen sie

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 1866. S. 25.

²⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 88—91. — Fabian in Karsten's Archiv. 1848. Neue Reihe. Bd. 22. S. 206—214. — Berggeist. 1866. Nr. 64.

³⁾ Beer a. a. O. S. 90.

auch beim Aufgange des Gestänges hängen bleiben, bis sie der Krückelführer durch einen Ruck des Krückels (§ 35) abwirft, worauf das Untergestänge frei abfällt. Das Abwerfen wird durch das Aufschlagen des Bohrschwengels auf die Freilvorrichtung befördert.

Der Fabian'sche Freifallapparat ist wegen seiner Einfachheit und Billigkeit eines der beliebtesten und beim stoßenden Gestängebohren bis zu Tiefen von 400—500 m am häufigsten gebrauchtes Freifallstück ¹⁾.

§ 32. **Abgeänderte Fabian'sche Freifallapparate.** — Um beim Einhängen und Aufholen die Schere unverschiebbar zu machen, hat Klečka am unteren Ende der Schlitzte ähnliche Erweiterungen als oben, aber in entgegengesetzter Richtung angebracht, so daß die Fangnasen hier eingeklemmt werden können ²⁾ — böhmische Wechselschere.

Bei einer andern Modifikation von Rost ³⁾ befindet sich am unteren Ende ein Bajonettverschloß, welches bei Meißelklemmungen ein Lösen des Freifallstückes vom Untergestänge gestattet.

Der Werner'sche Freifallapparat ⁴⁾ ist ein Fabian'scher mit Kind'schem Hütchen, mit dessen Hilfe das Abwerfen des Untergestänges selbstthätig erfolgen soll. Unter den Fangnasen sitzt ein Stoßkeil, welcher beim Einwenden des Gestänges durch das Spiel des Hütchens an abgeschrägten Stoßbacken abgelenkt. Die letzteren sind an den inneren Seiten zweier vom Hütchen herabkommender Schienen angebracht. Dabei wird der Stoßkeil seitwärts gedreht und das Untergestänge abgeworfen.

Denselben Zweck erstreben die Apparate von Wilcke ⁵⁾, Romanowski ⁶⁾ und der Zobel'sche Freifallapparat.

§ 33. **Zobel'scher Freifallapparat.** Fig. 108 bis 112. — Derselbe, eine

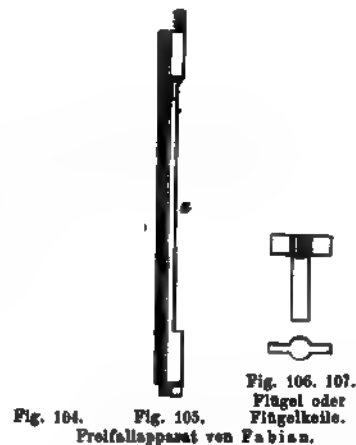


Fig. 104.

Fig. 105.

Fig. 106, 107.
Flügel oder
Flügelkeile.

Freifallapparat von Fabian.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 166.

²⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 99—103. — Österr. Zeitschr. 1857. Nr. 25. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1857. S. 280.

³⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 92—97. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1849. S. 293; 1852. S. 613. — Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 154.

⁴⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 92—97. — Bergwerksfreund. 1859. Bd. 21. S. 273—278.

⁵⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 4.

⁶⁾ Dingler's polyt. Journ. 1866. Bd. 179. S. 273. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 302.

Vervollkommnung des Werner'schen, ist vom Oberbohrinspektor Zobel zu Elmen bei Schönebeck im Jahre 1859 konstruiert und in der Nähe von

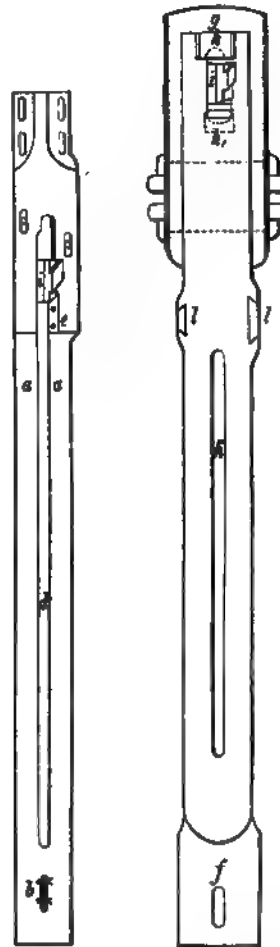


Fig. 106.

Fig. 109.
Zobel'scher Freifallapparat.

Fig. 110.

Fig. 111.
Abfallstück
(Zobel).

Fig. 112.
Schieberstück
(Zobel).

Schönebeck, sodann in dem 1274,6m tiefen Bohrloche zu Sperenberg⁴⁾ bei Berlin mit Vorteil angewendet.

⁴⁾ Preuß. Ztschr. 1872. Bd. 20. S. 299. 302. Taf. XV, Fig. 17—25.

Bei dem Zobelschen Apparate lassen sich ebenso wie bei dem Fabianschen zunächst zwei Hauptteile unterscheiden, nämlich das mit dem Obergestänge verbundene Scherenstück und das in diesem auf und ab gleitende Abfallstück. Außerdem kommt aber bei dem Zobelschen Instrument noch, wie beim Wernerschen, ein dritter wichtiger Teil hinzu, nämlich das mit dem Hütchen verbundene Schieberstück, durch welches das selbstthätige Abwerfen, bezw. Einsetzen des Untergestänges vermittelt wird.

Das Scherenstück besteht aus den Schienen *a*, siehe Fig. 108, 109, 110. Dieselben sind unten durch einen Riegel *b* und oben durch ein zwischengreifendes Verbindungsstück *c*, mit welchem zugleich der Anschluß an das Obergestänge bewirkt ist, verbunden.

In den Schienen befinden sich zwei Schlitzte *d*, in welchen der am Abfallstücke befindliche Flügelkeil *i*, siehe Fig. 108, 110, 111, 112, gleitet. Am oberen erweiterten Teile der Schlitzte sind die verstärkten Sitze *e*, siehe Fig. 108, 109 und 110 angebracht, auf welche sich der Flügelkeil aufsetzt.

Das Abfallstück, siehe Fig. 111, trägt am unteren Ende die zur Aufnahme des Untergestänges dienende Muffe *f*. Ueber den oberen Teil ist der Bügel *g* gelegt, durch welchen die Stahlpfannen *h h*, und der in denselben um vertikale Zapfen drehbare Flügelkeil *i* gehalten wird.

Der letztere besitzt die in beistehenden Fig. 113, 114, 115 dargestellte Einrichtung. Danach haben die zunächst der Axe befindlichen Teile einen rechteckigen Querschnitt, während die diagonal gegenüberliegenden Enden der Flügel derartig zugespitzt sind, daß sie eine rhombische Form haben. Außerdem sind auch die rechteckigen Teile der Flügel an ihrer unteren Seite, mit der sie sich auf die Sitze *e* aufsetzen, mit einer schwachen Abschrägung versehen. Oberhalb des Schlitzes *k*, Fig. 111, in welchem der Keil *b* gleitet, sind noch die beiden Führungstücke *l* angebracht.

Das Schieberstück wird gebildet durch die beiden Platten *x*, siehe Fig. 109, welche am oberen Teile des Scherenstückes *a a* verschiebbar angebracht und mit dem auf dem Halse desselben verschiebbaren Hütchen *D* verbunden sind. Um die Verschiebung zu ermöglichen, haben die Platten zwei längliche Schlitzte *y*, wie Fig. 108 und 112 zeigen.

Ferner haben die Platten *x* an ihrem unteren Rande offene Schlitzte *m*, siehe Fig. 108, 112, in welche die rhombisch gestalteten Enden der Flügelkeile eingreifen. Diese Schlitzte besitzen indes im oberen Teile eine gebrochene und den rhombischen Enden der Flügel entsprechende Form. Beim Auf- und Abgehen der Schieber wirken nun die schrägen Flächen *n* für die sich an dieselben anlegenden schrägen Enden des Flügelkeiles ebenso

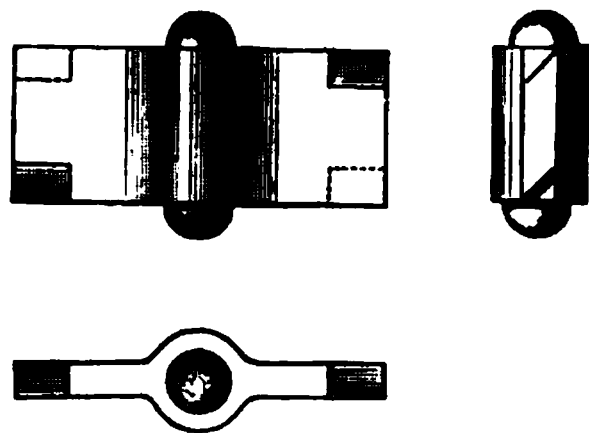


Fig. 113. 114. 115.
Flügelkeil.

wie die Wernerschen Stoßkeile, indem sie an den ersteren hingleiten und dabei den Flügelkeil so weit drehen, daß er mit seinen rechteckig geformten Teilen auf die hinter den Schieberplatten in dem Scherenstücke befindlichen Sitze *e* aufsetzt, beziehungsweise von denselben wieder abgeschoben wird.

Das Hütchen *D* hat nicht die Gestalt einer Scheibe, sondern diejenige eines nach unten gekehrten Stulpes, so daß sich kein Nachfall darauf ablagern kann.

Das Spiel des Zobelschen Instrumentes beruht hiernach ebenso, wie bei dem Kindschen, auf der Bewegung des Hütchens durch das im Bohrloche befindliche Wasser und geht auf folgende Weise vor sich.

Beim Einlassen hängt das Untergestänge auf dem Keile *b* im Schlitze *k* des Abfallstückes. Ist der Meißel vor Ort angelangt, so folgt das Obergestänge nach, der Flügelkeil *i* schiebt sich in dem Schlitze *m* (Fig. 442) des durch den Druck des Wassers unter dem Hütchen hoch gehaltenen Schieberstückes aufwärts, gelangt endlich an die Abschrägung *n* und wird auf die Sitze *e* gebracht. Beim Aufgehen des Gestänges geht das Schieberstück nach unten, verschließt dabei den gebrochenen Teil des Schlitzes *m* und verhindert so das Herausgleiten des Keiles. Beim Einwenden am höchsten Punkte schiebt der Wasserdruck das Hütchen und damit die Schieberplatten in die Höhe, die untere Abschrägung *n* faßt unter die entsprechenden Enden des Flügelkeiles und schiebt denselben von den Sitzen ab, was durch die vorhin erwähnte schwache Abschrägung der unteren Keilflächen erleichtert wird. Der Flügelkeil gleitet sodann durch den wiederum offenen, gebrochenen Teil des Schlitzes *m* heraus und das Untergestänge fällt frei ab.

Das Gewicht des beim Bohren mit Maschinenkraft in Sperenberg benutzten Bohrklotzes betrug 387 kg.

Der Zobelsche Apparat zeichnet sich dadurch aus, daß die (aus Gußstahl angefertigten) Regulierungsteile ganz unabhängig von dem Arbeitszeuge gehalten sind und um so einfacher hergestellt werden können, als sie nur aus dem Schirm (Hütchen) mit dem Schieberstücke bestehen, so daß der Apparat genauer und sicherer arbeitet, als u. a. der Kindsche und Fabiansche.

Wenn auch der im Vergleiche mit dem Fabianschen Apparate wesentlich höhere Preis die Anwendung des Zobelschen Instrumentes für Bohrlöcher von mäßiger Tiefe ausgeschlossen erscheinen läßt, so ist er, wie es die Bohrarbeiten in Sperenberg ergeben haben, für große Tiefen sehr geeignet.

§. 34. Der **Faucksche selbstthätige Freifallapparat**¹⁾ ist eine Verbindung des Fabianschen mit demjenigen von Degoussée (Mauget-Lippmann); d. h. das Fabiansche Abfallstück mit dem Bohrmeißel bewegt sich in einem auf der Bohrlochsohle stehenden zweibeinigen, oben durch ein Querhaupt verbundenen Gestelle auf und nieder. Gegen Ende des Hubes streifen die

¹⁾ A. Fauck. Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885. S. 20. — D. R. P. 28 896.

Flügelkeile des Abfallstückes unter die abgeschrägten Flächen zweier am Querhaupte des Gestelles sitzender »Keilabschieber« und werden dadurch von ihren Sitzen abgedrängt.

C. Kopfstücke und Schlagvorrichtung.

§ 35. **Kopfstücke.** — Während das Gestänge beim drehenden Bohren, soweit sein Gewicht nicht ausgeglichen ist, frei aufsteht und mit dem Vordringen des arbeitenden Teiles tiefer sinkt, muß dasselbe beim stoßenden Bohren aufgehängt werden und zwar derart, daß man es einerseits allmählich tiefer senken, anderseits aber auch drehen kann, um das Umsetzen des Meißels zu bewirken.

Zum ersten Zwecke hat man das Obergestänge mit der Schlagvorrichtung entweder durch eine Kette oder durch die Stellschraube verbunden. Dieselbe, siehe *a* in Fig. 116, geht durch eine Schraubenmutter, welche den oberen Teil der Schere *b* bildet. Unten trägt dieselbe den Wirbel *c*, welcher mit dem Krückel *d* und der zum Aufschrauben auf das Obergestänge bestimmten Schraube *e* versehen ist.

Das obere Ende der Stellschraube ist mit dem Bohrschwengel verbunden.

Beim Bohren steckt man durch die Schere der Stellschraube einen hölzernen Stab und schraubt sie allmählich ab. Alsdann löst man sie vom Obergestänge, schraubt die Schere wieder hinauf und setzt in die entstandene Lücke Ergänzungsstangen (§ 20) ein.

Bei neueren Bohrmethoden, u. a. bei der Kanadischen, § 64, und bei derjenigen von Fauck wird die vor der Stellschraube angewendete Nachlasskette ¹⁾ vorgezogen.

§ 36. **Bohrschwengel und Bohrdocke.** — Der Bohrschwengel *a* in Fig. 117 und 118, S. 68, ist ein aus einem beschlagenen Holzstamme mit einem als Griff dienenden Querholze *b* bestehender Hebel, an welchem die Kraft (Menschen- oder Maschinenkraft, siehe Fig. 126 u. 127) ausgeübt wird, während am andern die Stellschraube mit dem Bohrgestänge hängt. Bei kleineren Bohrungen hat der Schwengel eine feste Axe, bei größeren muß man das Verhältnis der Hebelarme schnell und leicht verändern können.

Da an dem Ende eines einfachen Schwengels nur wenige Arbeiter

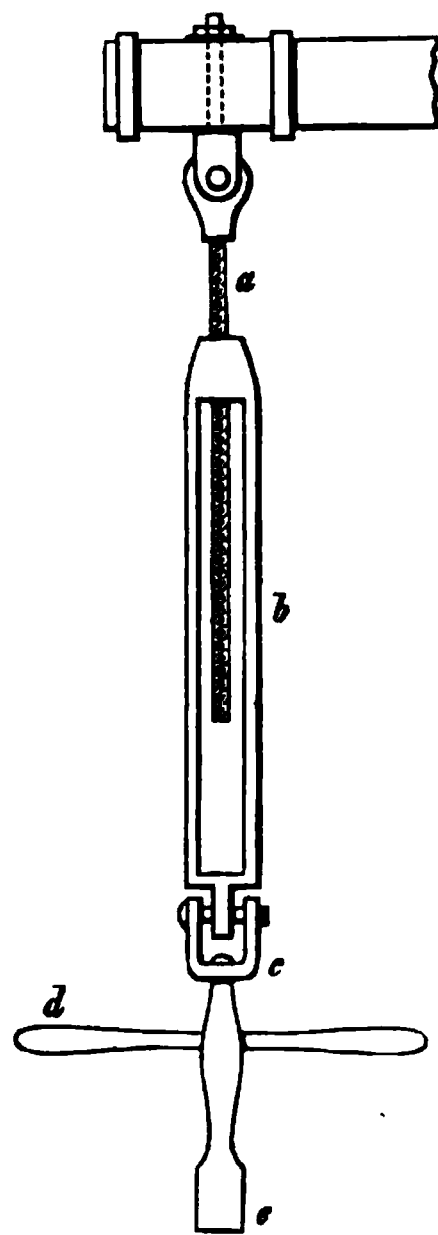


Fig. 116.
Stellschraube.

¹⁾ A. Fauck, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885. S. 23. 30. — Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Leipzig 1886. S. 72.

angebracht werden können, so befestigt man an demselben den Druckbaum *b*, welcher entweder aus Eisen oder aus Holz besteht. Da derselbe im letzteren Falle zum direkten Anfassen zu stark ist, so bringt man ihm parallel zwei dünnere, glatt gearbeitete Stangen an ¹⁾.

Hölzerne Druckbäume werden auf oder unter dem Schwengel angeklammert.

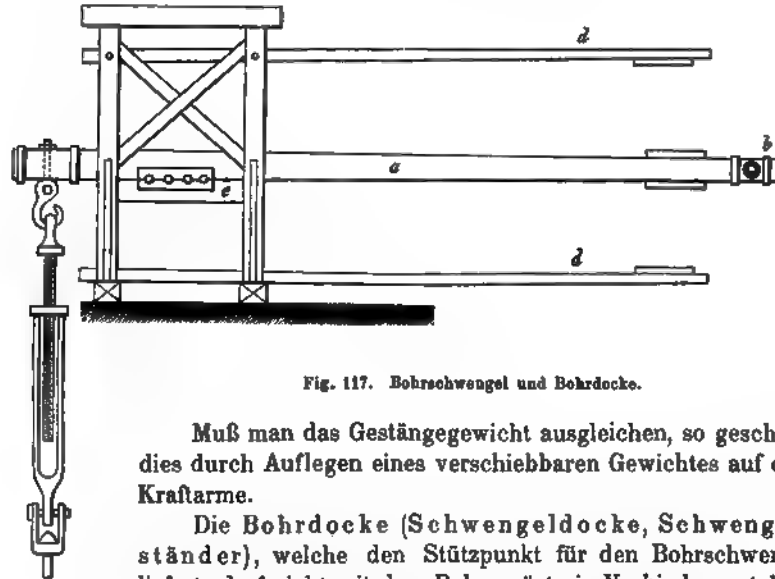


Fig. 117. Bohrschwengel und Bohrdocke.

Muß man das Gestängegewicht ausgleichen, so geschieht dies durch Auflegen eines verschiebbaren Gewichtes auf dem Kraftarme.

Die Bohrdocke (Schwengeldocke, Schwengelständer), welche den Stützpunkt für den Bohrschwengel liefert, darf nicht mit dem Bohrgestänge in Verbindung stehen, damit die Erschütterungen beim Bohren sich nicht auf das Gestänge übertragen. Die Bohrdocke besteht aus zwei durch seitliche Streben gestützten Gerüsten, siehe Fig. 118 auch 117, zwischen denen

sich der Bohrschwengel *a* bewegt. Oben und unten sind Prellvorrichtungen *d* angebracht, gegen welche der Schwengel trifft, um das Umkehren der Bewegung, sowie das Abwerfen und Abfallen des Untergestänges beim Freifallbohren zu erleichtern ²⁾.

Die Maschinen zur Bewegung des Bohrschwengels pflegen mit Handsteuerung versehen zu sein, damit sie bei etwa eintretenden Klemmungen des aufgehenden Meißels sofort angehalten werden können.

Fig. 119

¹⁾ Preuß. Ztschr. 1854. Bd. 4. S. 66. — Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 20.

²⁾ Fauck, a. a. O. 1883. S. 23.

D. Aufholen und Einlassen des Gestänges. Löffel. Hilfsgeräte.

§ 37. **Treibvorrichtung.** — Der Zweck der Treibvorrichtung ist das Aufholen und Einlassen des Gestänges, wobei die möglichste Zeitersparnis anzustreben ist. Für das Einlassen muß eine Bremse angebracht sein, welche am besten selbstwirkend, d. h. durch ein entsprechendes Gewicht zu schließen ist.

Die wesentlichsten Teile der Treibvorrichtung sind:

1. die Treibmaschine mit Welle und Bremse,
2. das Treibseil mit Vorrichtung zum Festhalten der Gestänge,
3. Bohrgerüst mit Seilscheibe,
4. Vorrichtung zum Aufhängen der Stangen.

§ 38. **Treibmaschinen.** — Die Treibmaschinen sind: Haspel mit und ohne Vorgelege, Lauf- oder Treträder, Sprossen- oder Spillenräder, Dampfmaschinen und hydraulische Motoren.

Für kleinere Bohrlöcher genügen Haspel, für tiefere kommen die anderen Apparate zur Anwendung.

Die Lauf- oder Treträder haben 3—4 m Durchmesser und 1,60—3 m Breite. Am Umfange sind dieselben mit einem dichten Verschlage versehen, auf dessen innerer oder äußerer Fläche breite Leisten angenagelt sind. Auf die letzteren treten die Arbeiter in ein oder zwei Kolonnen und bringen durch ihr Körpergewicht das Rad, sowie dessen Welle und die auf derselben befindliche Seiltrommel in Umdrehung¹⁾. Die Bremse wirkt am Umfange des Tretrades und ist gewöhnlich eine doppelte Backenbremse.

Spillen- oder Sprossenräder²⁾, siehe Fig. 119, haben nur einen Kranz, durch welchen Sprossen zum Angreifen und Auftreten für die Arbeiter gesteckt sind.

Die Dampfmaschinen haben gewöhnlich die Einrichtung, daß sie sowohl zum Fördern des Gestänges als auch zum Löffeln benutzt werden. Zu dem Zwecke können sie mittels Hebel und Klauenkuppelung bald mit dem Treibkorbe, bald mit dem das schwächere Löffelseil tragenden Korb verbunden werden.

§ 39. **Das Treibseil.** — Als Treibseil werden bei kleineren Bohrlöchern Rundseile, bei tieferen gewöhnlich gut geteerte Bandseile von Hanf oder Aloëbast, auch wohl von Gußstahl angewendet. Runde Seile von Eisen- oder Stahldraht sind weniger zweckmäßig, weil die Seile mit einem ziemlich spitzen Winkel über die Seilscheibe gehen, so daß die äußeren Drähte der (bei gleicher Haltbarkeit dickeren) Rundseile stark auf Biegung in Anspruch genommen werden.

Bei den Bohrungen zu Schöningen war das Aloëbandseil 15,5 cm breit, 26 mm dick und hatte bei 120 m Länge ein Gewicht von 339 kg³⁾.

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 90. — Siehe auch Animalische Motoren, S. 35—26 in Kap. I der Baumaschinen; Handb. der Ing.-Wissensch. IV. 1 u. 2.

2) Ebenda. S. 24.

3) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 66; Bd. 7. S. 14.

§ 40. **Vorrichtungen zum Greifen der Stangen.** — Am unteren Ende des Treibseiles sind die zum Greifen der Stangen bestimmten Vorrichtungen angebracht. Dieselben bestehen aus einer Schraubentute, welche auf die Bohrstangen aufgeschraubt wird, oder besser aus Stangenhaken (Ochsenfuß oder Stuhlkrückel), welche unter einen Bund unterhalb der Schraubenspindel fassen. In allen Fällen sind diese Vorrichtungen mit dem Seile durch einen Wirbel verbunden, damit die Drehung der Stangen beim Abschrauben sich nicht dem Seile mitteilen kann.

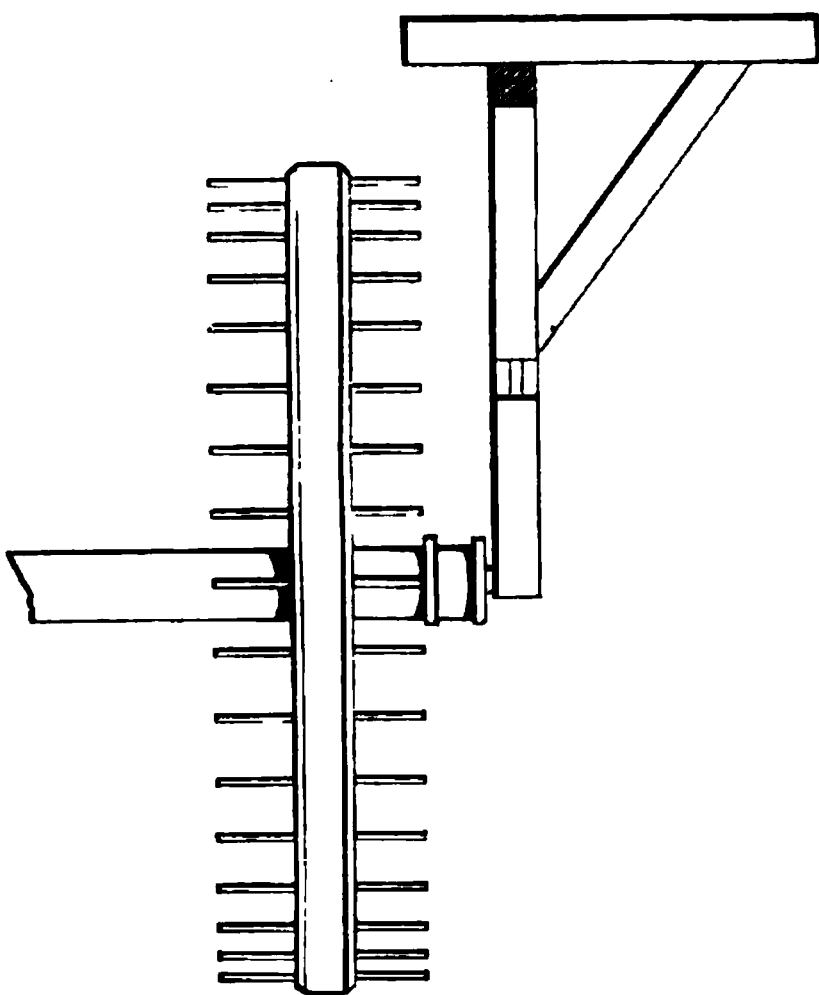


Fig. 119. Spillenrad.

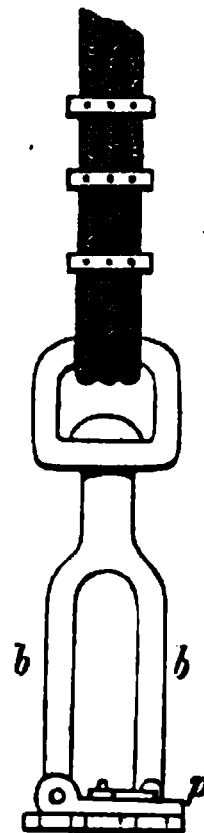


Fig. 120.

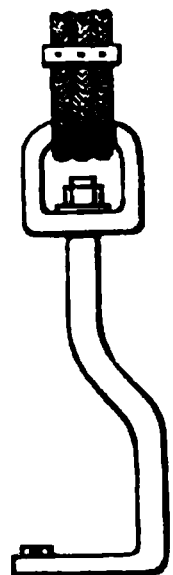


Fig. 122.

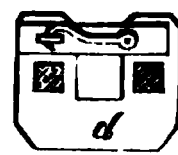


Fig. 121.



Fig. 123.

Stuhlkrückel.

Der Stuhlkrückel, Fig. 120 und 121, besteht aus einem Bügel *b*, welcher am unteren Ende eine mit einem Einschnitte versehene starke Platte *p* trägt. Die Breite des Einschnittes ist so groß, daß die Stangen bequem hineinpassen. Damit die gefaßte Stange nicht wieder herausgleiten kann, schiebt man entweder einen Ring über die in diesem Falle nach unten divergierenden Stangen *b*, oder man schließt den Einschnitt, wie in Fig. 120 und 121, mit einer um einen Zapfen drehbaren Klinke, welche ihrerseits noch mit einem Haken befestigt wird.

Nach einer andern Konstruktion haben die Stuhlkrückel nur einen Bügel, wie Fig. 122 und 123 zeigen.

§ 41. **Seilscheiben.** — Die Treibseile gehen von den Seilkörben über Seilscheiben, welche senkrecht über dem Bohrloche am höchsten Punkte eines Bohrgerüsts angebracht sind. Bei kleineren Bohrungen werden zu demselben Zwecke einfache Rollen (Seilkloben) angewendet, welche in der

Spitze eines aus drei Bockbeinen bestehenden Gerüsts aufgehängt sind; siehe Fig. 124. Bei größeren Bohrungen bedient man sich hölzerner oder eiserner Scheiben mit schmiedeisernen Zapfen, welche in eisernen oder messingenen Lagern ruhen.

Will man beim Aufholen und Einlassen an Zeit sparen, so wendet man zwei Seilscheiben an. Während das eine Seil aufwickelt und die emporgezogene Stange oben gelöst wird, wickelt das andere Seil ab und kann sofort wieder am Gestänge angeschlossen werden. Dasselbe ist beim Einlassen der Fall.

§ 42. Rechen zum Aufhängen der Stangen.

— Die losgeschraubten Stangen sollen nicht aufgestellt, sondern aufgehängt werden, damit sie sich nicht durchbiegen. Als Vorrichtung zum Aufhängen benutzt man Rechen, siehe Fig. 125, welche in Schöningen¹⁾ Raum für 44 Stangenzüge hatten. Beim Tieferwerden des Bohrloches hat man die Anzahl der Rechen entsprechend zu vermehren. Bei kleineren Bohrlöchern legt man die Stangen auf Böcke.

§ 43. Bohrturm. — Der Bohrturm, auch Bohrhütte, Bohrhaus, Bohrkaue oder Bohrgestüst genannt, dient in erster Linie zum Anbringen der Seilscheiben für das Treibseil und Löffelseil. Außerdem befinden sich bei größeren Bohrungen Anbaue am Bohrturm, welche einerseits den Bohrschwengel, andererseits die Treibmaschine überdachen; siehe Fig. 126 und 127 auf S. 72. Außerdem ist auch noch eine Schmiede *S* und ein Materialschuppen *V* anzubringen.

Größere Bohrtürme bestehen aus vier starken Rüstbäumen in den Ecken, welche durch andere Balken, Riegel etc. dauerhaft verbunden sind. Die Außenseite wird mit Brettern verschlagen. Zum Einbringen der Stangen und für den Bohrlöffel befindet sich, siehe Fig. 127, an der einen Seite eine hohe und schmale Thür *t*.

In Oelheim bei Peine sind eiserne Bohrtürme angewendet, welche durch Vernieten und Verschrauben von Winkel- und Flacheisen hergestellt sind und leicht von einem Bohrloche zum andern geschafft werden können.

Die Höhe des Bohrturmes ist so groß als möglich zu nehmen, damit man zur Zeitersparung beim Aufholen und Einlassen möglichst lange Stangenzüge auf einmal holen kann. Gerade hierin liegt ein wesentliches Mittel zur Förderung der Bohrarbeiten²⁾. Im allgemeinen muß der Bohrturm 2,5—3 m

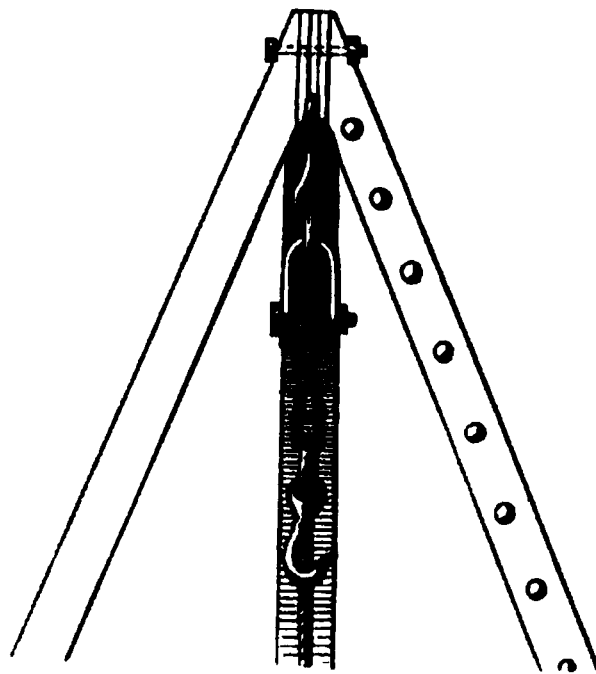


Fig. 124. Einfaches Bohrgestüst.

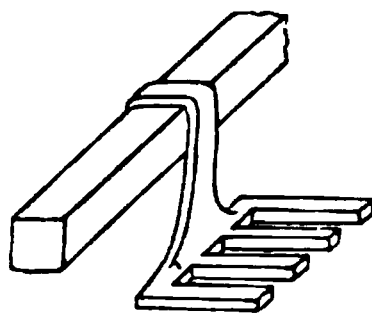


Fig. 125.

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 66.

2) Rost, Bergbohrschule. Thorn 1843. S. 20. — Preuß. Ztschr. 1854. Bd. 1. S. 104.

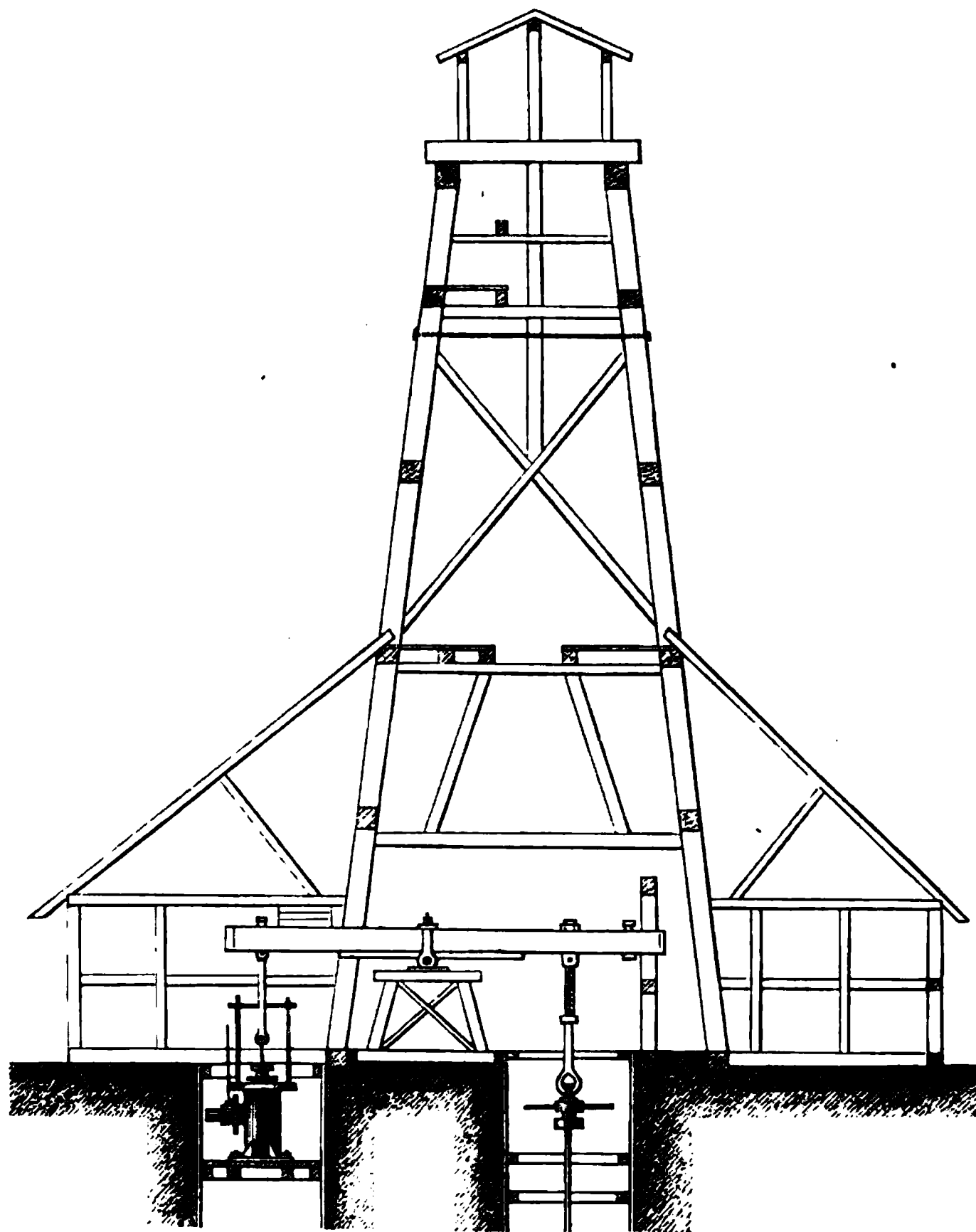


Fig. 126. Bohrgestüst (Aufriß).

höher sein als ein Stangenzug. In Schöningen hatte der Bohrturm eine Gesamthöhe von 27,5 m, eine Länge von 14 und eine Tiefe von 9,5 m. Der

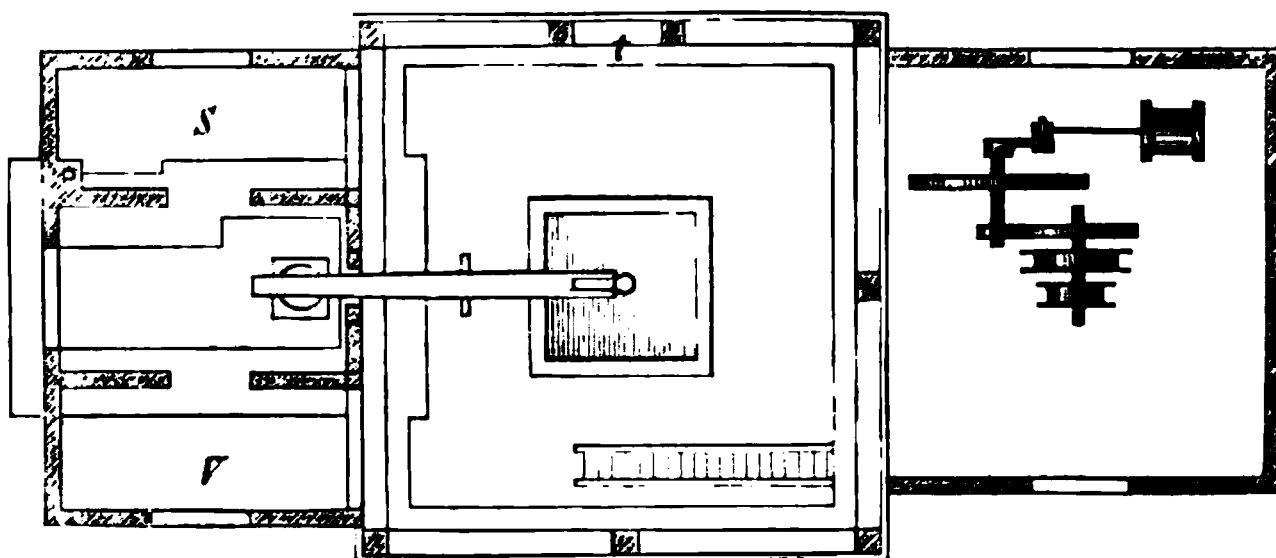


Fig. 127. Bohrgestüst (Grundriß).

Bohrturm zu Rohr (1857) hatte eine Höhe von 23,4 m im 7 Etagen. Die Dimensionen betrugen unten 10,70 und 8,5 m, oben 4,4 und 3,8 m. Die Aufzugshöhe war 19 m.

§ 44. **Bohrduckel und Bohrtäucher.** — Um an Höhe des Bohrturmes zu sparen, wird bisweilen eine Bohrduckel, d. h. ein kleiner Schacht bis zu 8 m Tiefe und solcher Weite (2 m) abgeteuft, daß man auf dem Boden desselben mit Bohrschlüsseln arbeiten kann. Bei Auflagerung von Gerölle läßt sich eine Bohrduckel nicht umgehen und ist mindestens bis zum festen Gebirge abzuteufen.

Beim Ölbohren in Pennsylvanien (§ 64) wendet man keine Bohrduckel an ¹⁾.

Der Bohrtäucher ist eine aus Holzdauben, Blech oder Gußeisen bestehende Röhre, welche man u. a. in Schächten anbringt, um dem Bohrer in oberer Teufe senkrechte Führung zu geben. Wollte man in solchen Fällen den Bohrtäucher fortlassen, so müßte der Krückelführer (zugleich Vorarbeiter) auf der Schachtsohle, also entfernt von den Arbeitern stehen. Handelt es sich nur darum, über Tage das erste Ansetzen des Bohrloches zu erleichtern, so kann man auch an Stelle des Bohrtäuchers zwei Balken fest nebeneinander legen und in deren Stoßfugen eine dem Durchmesser des Bohrloches entsprechende Öffnung anbringen.

Hat man zunächst aufgelagerte Schwimmsandschichten zu durchbohren, so dient der Bohrtäucher gleichzeitig zur Verrohrung und wird eingepreßt oder eingerammt, wie in Pennsylvanien.

§ 45. **Hilfsgezähe.** — Weite Bohrlöcher sind mit einer Bohrschere bedeckt, damit keine Eisenteile in dasselbe hineinfallen können. Die Bohrschere besteht, siehe Fig. 128, aus zwei um Bolzen *b* drehbaren Balken *a*, welche eine Öffnung für das Gestänge zwischen sich lassen und an einem Ende mit einem Bügel *c*, sowie mittels Haspen *d* und Vorstecker *e* befestigt werden.

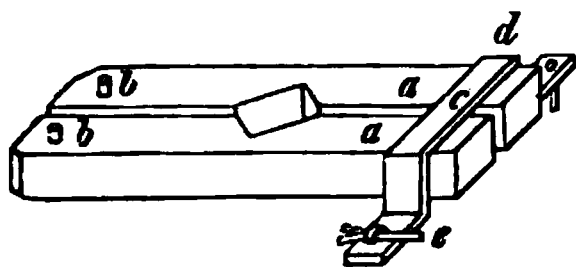


Fig. 128. Bohrschere.

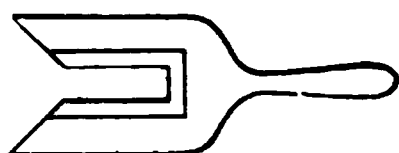


Fig. 129. Abfanggabel.

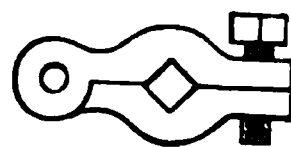


Fig. 130. Bohrbündel.

Die Gabel oder Abfanggabel, Fig. 129, dient zum Abfangen der Gestänge beim An- und Abschrauben. Sie wird unter einen Bund des Gestänges geschoben und ruht auf der Bohrschere.

Das Bohrbündel, Fig. 130, besteht aus zwei eisernen Teilen, welche um einen gemeinschaftlichen Bolzen drehbar sind, mit einem Schraubenbolzen verbunden werden und eine Öffnung für das Gestänge haben, so daß das Bohrbündel fest an das letztere angeschraubt werden kann. Das Bohrbündel ersetzt die Stelle eines Bundes bei abgebrochenen Stangen oder wird

1) Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 31.

zum Anlegen von Wuchtbäumen benutzt, wenn das Gestänge bei Meißelklemmungen etc. gewaltsam emporgezogen werden muß.

Zum An- und Abschrauben der Stangen beim Aufholen und Einlassen dienen Schraubenschlüssel, Fig. 130, 131, 132, von verschiedener Form und Länge.

Das zum Umsetzen des Meißels, sowie zum Abwerfen des Untergestänges beim Fabianschen Freifallstück dienende Handkrückel *d*, siehe Fig. 116, ist gewöhnlich am Gestänge befestigt und besteht entweder ganz aus Eisen oder hat hölzerne Handgriffe, siehe Fig. 134, 135.



Fig. 131.

Fig. 132.
Schraubenschlüssel.

Fig. 133.

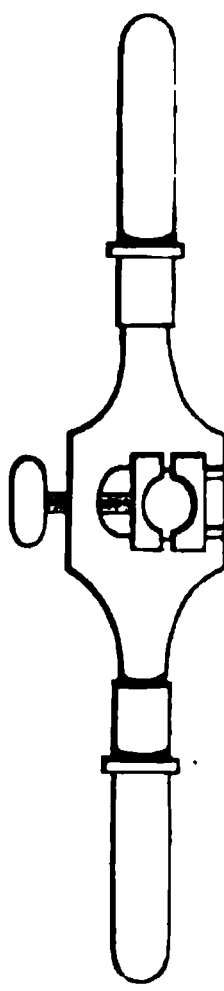
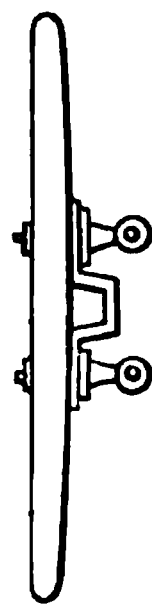


Fig. 134.

Fig. 135.
Handkrückel.

§ 46. **Das Löffelseil.** — Als Löffelseil verwendet man schwache Rundseile von Eisen- oder Stahldraht und Hanfseile. Zu Rohr ¹⁾ hatte man ein eisernes Löffelseil von 16 mm Stärke und 632 m Länge, in Schöningen Hanfseile von 20—26 mm Stärke.

Die Geschwindigkeit des Löffels beträgt beim Aufholen aus einem 630 m tiefen Bohrloche 26, beim Einlassen 90 m in der Minute ²⁾.

E. Störungen beim Gestängebohren und deren Beseitigung.

§ 47. **Arten der Störungen und deren Ursachen.** — Die Störungen, welche beim stoßenden Gestängebohren vorkommen, sind entweder Verklemmungen oder Brüche.

Verklemmungen entstehen durch ungleichmäßiges Umsetzen des Meißels,

1) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 44.

2) Ebenda. 1854. Bd. 4. S. 99. — 1862. Bd. 10. S. 254.

durch wechselnde Härte des Gesteines (Bohren von Füchsen), schlechte Geradführung und schiefe Stellung des Abfallstückes, sowie durch Nachfall; letzterer ist besonders bei Stillständen gefährlich und darf deshalb bei solchen der Meißel nicht im Bohrloche bleiben.

Treten leichte Verklemmungen bei wechselnder Härte des Gesteines ein, so muß man die Hubhöhe vermindern und sehr vorsichtig weiter bohren. Ist der Meißel dennoch festgeklemmt, so sucht man sich zunächst dadurch zu helfen, daß man mit dem Großfäustel wechselnd von oben und unten kräftige Schläge gegen das Gestänge führt und dasselbe dadurch in schwingende Bewegung bringt ¹⁾. Kann die Klemmung damit nicht beseitigt werden, so legt man starke Wuchtbäume an, welche man am Kraftarme mit Gewichten beschwert ²⁾. Ist der Meißel höher im Bohrloche festgeklemmt, so löst man ihn durch Schläge von unten nach oben.

Ein besonderer Apparat zur Beseitigung starker Verklemmungen, welcher jedoch nur bei hinreichend starken Stangen anzuwenden ist, wurde von H. Paulucci konstruiert ³⁾.

Zur Beseitigung von Füchsen hat Fauck mit Erfolg Dynamitpatronen mittels elektrischer Zündung auf der Bohrlochsohle explodieren lassen, ohne das Bohrloch weiter zu gefährden ⁴⁾.

§ 48. Brüche und Fanggestänge. — Um Brüche möglichst zu vermeiden, müssen sämtliche Teile häufig und sorgfältig revidiert werden.

Bei Anwendung sowohl hölzerner als auch eiserner Obergestänge sind besondere starke eiserne Fanggestänge erforderlich. Dieselben haben links-geschnittene Schraubengewinde, weil bei Fangarbeiten häufig drehend gearbeitet werden muß und bei rechts geschnittenen Schrauben die im Bohrloche steckenden Teile des Hauptgestänges losgeschraubt werden würden ⁵⁾.

Bei Anwendung von Freifallinstrumenten beschränken sich die Brüche bei einiger Aufmerksamkeit größtenteils auf Untergestänge und Meißel.

§ 49. Fanginstrumente ⁶⁾. — Die Fanginstrumente dienen zum Fassen und Herausschaffen der bei Brüchen im Bohrloche stecken gebliebenen Teile.

Die Instrumente sind je nach Lage und Beschaffenheit der aufzuholenden Gegenstände sehr verschieden und müssen häufig vom Bohrmeister besonders konstruiert werden.

Die gebräuchlichsten sind folgende:

a. Zum Fangen unter einem Bunde.

1) Der Glückshaken; Fig. 436 bis 439. Derselbe ist ein sehr einfacher und bei Brüchen oberhalb eines Bundes zunächst verwendbarer Fang-

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 212.

2) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 98.

3) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 213.

4) Zeitschr. des berg- und hüttenmänn. Vereins für Kärnten. 1874. S. 65.

5) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 217.

6) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. Taf. XV..

apparat, welcher so lange drehend gehandhabt wird, bis der Haken die abgebrochene Stange in den Sitz geführt hat. Der erstere ist in derselben Richtung gekrümmt, nach welcher die Schrauben am Gestänge geschnitten sind ¹⁾.

2) Der Geißfuß, auch Fanghaken oder Fingerhaken genannt; Fig. 140 und 141.

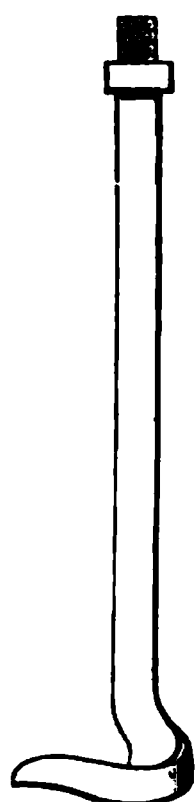


Fig. 136.

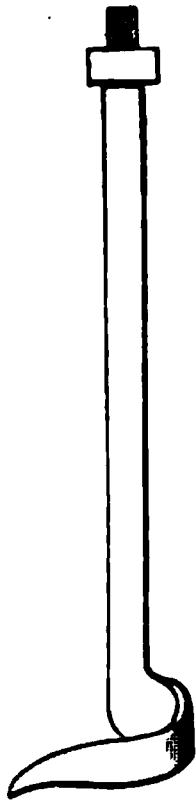


Fig. 138.

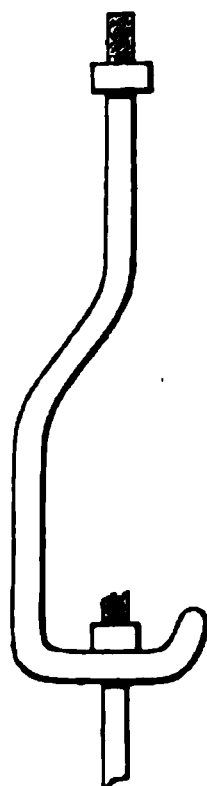


Fig. 140.

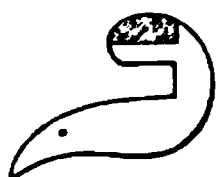
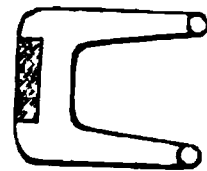
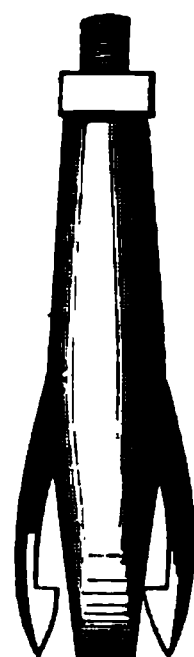


Fig. 137.



Fig. 139.

Glückshaken.

Fig. 141.
Geißfuß.Fig. 142.
Kluppe.

3) Die Kluppe, siehe Fig. 142, besteht am unteren Ende aus vier federnden Teilen mit Haken, welche unter einen Bund fassen sollen. Das Instrument ist nicht sehr zuverlässig, weil die zu hebenden Teile sich bei größerem Gewicht leicht aus den Haken herausziehen ²⁾. Man hat deshalb einen Ring über die Arme geschoben, welche man für verschiedene Dimensionen der zu fangenden Stücke hoch und niedrig stellen kann ³⁾.

4) Fangfeder, Federfalle; Fig. 143. Dieselbe besteht aus einem kurzen Cylinder, an dessen unterem Rande 2—4 Federn angenietet sind; die letzteren setzen sich nach dem Überschieben über eine in der Schraube gebrochene Stange unter den Bund. Das Instrument ist nur für geringes Gestängegewicht verwendbar. Kräftiger konstruiert ist

5) die Klappenbüchse, Fig. 144, bei welcher die Federn durch zwei Klappen α ersetzt sind.

¹⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 219—223. — Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 77; 1859. Bd. 7. S. 226.

²⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 229.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 227.

6) Der Krätzer, welcher einfach und doppelt sein kann, siehe Fig. 145 und 146, dient sowohl zum Fangen unterhalb des Bundes, als auch zum Aufholen eines Seiles, welches im Bohrloche zusammengerollt ist. Zum Fangen von Gestängen muß der Krätzer im Innern eine verstärkte Schneide haben ¹⁾).



Fig. 143.
Federfalle.



Fig. 144.
Klappenbüchse.



Fig. 145.
Einfacher Krätzer.

Fig. 146.
Doppelter Krätzer.

3. Zum Fassen einer Stange ohne Bund.

1) Die Fallfangschere oder der Wolfsrachen, siehe Fig. 147, ist ein bei Gestängebrüchen unter dem Bunde viel gebrauchtes Instrument. Die gabelförmigen Arme *a* haben zwischen ihren unteren Enden eine Glocke *c*, an welcher bisweilen noch ein nach Art der Glückshaken gebogener Haken angebracht ist, um die zu fangende Stange möglichst in die Mitte der Glocke zu bringen.

Oben vereinigen sich die Arme *a* zu einer Stange, welche von einem Ringe *d* umschlossen wird und einen zur Hubbegrenzung für den letzteren dienenden Stift *e* hat.

Am Ringe *d* hängen zwei Arme *b*, deren untere Enden — der Wolfsrachen — mit scharfen stählernen Zähnen versehen sind.

Beim Einlassen wird der Wolfsrachen hoch geschoben und in dieser Stellung durch ein zwischen die Zähne geklemmtes Holzstäbchen *x* gehalten. Sobald die Glocke über dem Gestänge hinweggeschoben ist, wird das Stäbchen fortgestoßen, der Wolfsrachen fällt herab und hält, während das Obergestänge mit der Glocke angezogen wird, das Gestänge fest.

¹⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 226. — Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 227.

Bei einer andern Konstruktion wird der durch Federn auseinander gehaltene Wolfsrachen durch eine Schraubenspindel niedergeschraubt und zum Anfassen gebracht.

2) Die Schraubentute oder Trompete, Fig. 148, ist eine konische Glocke mit scharf geschnittenen Schraubengängen an ihrer inneren Wandung. Dieselben werden auf die abgebrochenen Stangenenden aufgeschraubt¹⁾.

γ. Fangapparate für andere Zwecke.

1) Der Löffelhaken, Fig. 149, ist einfach oder doppelt und dient zum Fangen des Bohröffels am Bügel.

2) Die Spinne oder Spinnenbüchse, Fig. 150, dient zum Aufholen kleiner, auf der Bohrlochssole liegender Eisenstücke. Die am unteren Ende angebrachten, spinnenfußähnlichen Eisenstreifen legen sich auf der Bohrlochssole zusammen, nachdem sie sich unter das zu fangende Eisenstück geschoben haben, und halten dasselbe fest²⁾.

3) Der Zobelsche Eisenfänger³⁾ wird in zwei Konstruktionen angewendet. Mit der ersten Konstruktion, Fig. 151 und 152, welche auch zum Abreißen von Bohrkernen benutzt wird (§ 75, 79), holt man größere Eisen-

Fig. 147.
Fallfangschere.

Fig. 148.
Schraubentute.

Fig. 149.
Löffelhaken.

stücke auf, kann aber nicht die ganze Bohrlochssole damit absuchen. Der Apparat besteht aus einem rahmenartigen Gestelle aa_1 , dessen beide Arme sich nach unten gabelförmig ausdehnen und welche mit Schrauben b und c zusammengehalten werden.

Zwischen den Armen liegt eine linksgeschnittene Schraubenspindel d , an deren unterem glatten Ende ein eiserner durchlochter Keil g sitzt. Um den unteren Bolzen e drehen sich die beiden Fangscheren ff_1 , welche sich nach oben verlängern und an ihren Enden von dem Keil g erfaßt werden. Am untersten Ende der Schraubenspindel d befindet sich ein Ansatz i , welcher beim Drehen der Spindel den Keil hochnimmt, wogegen ein oberer Ansatz h verhindert, daß sich der Keil beim Aufwärtsbewegen von den Zangenarmen abzieht.

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 227. — Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 227. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 299.

2) Beer, Erdbohrkunde. Prag. 1858. S. 234.

3) Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7. S. 27—29.

Die Fangscheren haben an ihrem unteren Ende Greifhaken, um die zu fangenden Gegenstände zwischen sich zu nehmen. Sollen sie zum Abreißen von Bohrkernen dienen, so sind sie mit halbcylindrischen Blechen belegt, damit der Kern während der Förderung zu Tage nicht herausfällt.

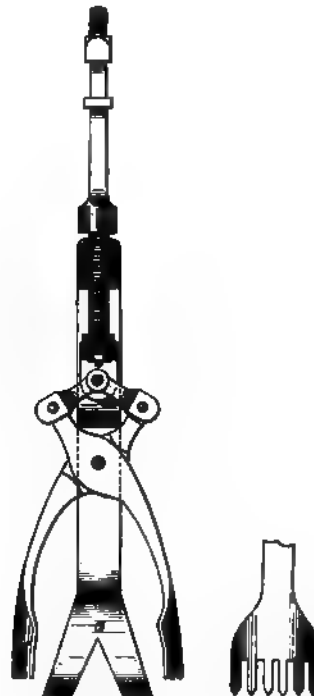


Fig. 150.
Spinnenbüchse.

Fig. 151.
Zobel's Eisenfänger.

Fig. 152.

Fig. 153.
Zobel's Eisenfänger mit
Parallelogramm.

Fig. 154.

Zum Absuchen der ganzen Bohrlochsohle eignet sich besser Zobel's Eisenfänger mit Parallelogramm; Fig. 153 und 154. Beim Niederschrauben des Gestänges gehen die Klauen auseinander, beim Anziehen schließen sie sich.

Soll eine dieser beiden Konstruktionen in Gebrauch kommen, so werden die untersten Enden auf die Lochweite auseinander gestellt und auf den Eisenfänger zunächst eine Bohrstange mit Leitung, sodann eine Wechsellschere (S. 57) gesetzt, worauf das übrige Gestänge folgt. Beim Drehen des letzteren nach rechts hebt sich die linksgeschnittene Spindel *d* und das Untergestänge schiebt sich aufwärts.

Mit der Spindel *d* hebt sich aber auch der Keil *g*, drückt die oberen

Arme der Fangschere zusammen und bewirkt damit ein Schließen des Fängers, während die Stützen aa_1 auf der Bohrlochsohle stehen bleiben. Findet sich dabei, daß nicht so viele Umdrehungen gemacht werden können, als zum vollen Schließen der Fänger nötig sind, so weiß man, daß derselbe gefaßt hat, andernfalls holt man den Fänger etwas auf, dreht das ganze Gestänge um 90° , setzt den Fänger nochmals auf und wiederholt dieselbe Operation.

Ein dem Zobelschen Eisenfänger ähnliches Instrument ist der Bohrkrätzer von Gaiski zu Corbeil. Bei ihm werden die Zangenschenkel durch eine Feder zusammengezogen ¹⁾.

Schließlich ist noch

4) die Abdruckbüchse zu erwähnen, d. h. eine mit fettem Thon ausgefüllte, unten offene Büchse, welche man in das Bohrloch einhängt, um durch einen Abdruck Kenntnis von der Lage der zu fangenden Stücke zu erlangen.

F. Verkleidung der Bohrlochwände.

§ 50. **Zweck der Verrohrung.** — Bei der Verrohrung der Bohrlöcher will man entweder durch einfache Auskleidung der Wände den Nachfall beseitigen oder einen wasserdichten Ausbau schaffen. Den ersten Zweck erreicht man durch Absperrungsröhren, den letzteren durch Isolierungsröhren.

Da bei jeder Verrohrung der Durchmesser des Bohrloches verringert wird, bei Blechröhren und Bohrlöchern ohne Knick um etwa 30 mm, und man deshalb mit kleinerem Meißel weiter bohren muß, so darf man das Bohrloch von vornherein mit nicht zu kleinem Durchmesser beginnen, weil man sonst bei wiederholter Verrohrung Gefahr läuft, daß das Bohrloch vor Erreichung der beabsichtigten Tiefe eingestellt oder von oben her erweitert werden muß.

§ 51. **Beseitigung des Nachfalls.** — Das Einbringen von Absperrungsröhren kann ein verlorenes oder ein gültiges sein. Verloren nennt man dasselbe, wenn die Röhren nur wenig über die den Nachfall liefernde Stelle des Bohrloches oder über den unteren Rand eines bereits eingebrachten Röhrenstranges hinwegragen, während eine gültige Verrohrung bis zu Tage ausgeht.

Im allgemeinen sind verlorene Verrohrungen zu vermeiden, weil sie von dem Meißel am oberen Rande leicht aufgeschlitzt und sodann eingebogen werden, wodurch die Bohrarbeit sehr aufgehalten werden kann.

Erlaubt es die Weite des Bohrloches nicht, alle Verrohrungen bis zu Tage gehen zu lassen, dann bleiben zur Verrohrung unterhalb eines bereits eingesenkten Röhrenstranges noch zwei Mittel:

1. Man zieht die Verrohrung heraus, erweitert das Bohrloch von oben an und verrohrt von neuem.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1868. S. 335.

2. Man erweitert unterhalb der ersten Verrohrung und senkt die letztere, indem man gleichzeitig oben neue Röhren aufsetzt.

Das letztere Verfahren ist das im Erfolge zweifelhafteste und auch umständlichste; zumal bei festem Gebirge ist das Angreifen der Erweiterungsbohrer (§ 56) schwer zu erreichen, auch macht das Senken der Röhren oft große Schwierigkeiten ¹⁾).

§ 52. Verkleiden der Bohrlochwände mit Letten oder Beton. — Bisweilen gelingt es, den Nachfall dadurch zeitweilig zu beseitigen, daß man die durch den letzteren erweiterte Stelle des Bohrloches mit Letten, Zement etc. verkleidet.

Das Verletten wurde mit Erfolg beim Braunkohlenbergbau in der Provinz Sachsen ausgeführt, wenn zwischen festen Gebirgsschichten nur vereinzelt lockere, zu Nachfall geneigte auftraten ²⁾. Man bringt, nachdem die Schichten eben durchbohrt sind, gehörig durchgekneteten konsistenten Thon in das Bohrloch und drängt denselben mit Hilfe der Bohrkeule (§ 48) in derselben Weise in die Klüfte der lockeren Schicht hinein, wie es beim Austrocknen nasser, für Sprengarbeit bestimmter Bohrlöcher geschieht. Da der Thon indes vom Wasser leicht wieder aufgelöst wird, so hilft dieses Mittel nur für kurze Zeit.

Wirksamer ist das Verkleiden mit hydraulischem Mörtel, wie es u. a. in Rohr ³⁾ mit Erfolg angewendet wurde. Ist das Bohrloch unterhalb des Nachfalls schon tiefer gebohrt, so muß dicht unter demselben ein Verschuß angebracht werden. Dies geschah zu Rohr mittels eines hölzernen Spundes, in Elmen durch Ausfüllen des Bohrloches mit Sand.

§ 53. Absperrungsröhren. — Zu den Absperrungsröhren verwendet man jetzt ausschließlich Eisenblech. In Nauheim hat sich in einem Solbohrloch verzinktes Eisenblech sehr gut bewährt ⁴⁾; bei süßem Wasser genügt Schwarzblech.

Je nach der Verbindung der einzelnen Röhren unterscheidet man Kegelhöhren, Muffenhöhren und Doppelröhren, welche alle drei durch Vernieten hergestellt werden. In neuerer Zeit zieht man vielfach gezogene eiserne Röhren bis 300 mm Durchmesser mit Schraubenverbindung vor. Dieselben sind aber, ebenso wie Doppelröhren, kostspielig.

Die Dicke des Blechs beträgt für Kegel- und Muffenhöhren bei

104—156 mm Durchmesser	2,18 mm
156—183 - - -	2,90 -
182—222 - - -	3,27 -
über 222 - - -	3,62—5,45 mm ⁵⁾ .

1) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 44; 1864. Bd. 9. S. 154.

2) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 229.

3) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 36.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 197.

5) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 229. — Beer, Erdbohrkunde. Prag. 1858. S. 244. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 305.

An den Längsnähten läßt man das Blech 40 mm übergreifen, setzt die Niete zickzackförmig und versenkt die Köpfe, damit sie beim Einlassen nicht hängen bleiben. Vor dem Einlassen nietet man einzelne Röhren von 1—2 m Länge zu Strängen von solcher Länge zusammen, als es die Höhe des Bohrturmes und die Möglichkeit des Vernietens mit den bereits eingesenkten Röhren erlaubt.

Die Kegelhöhren werden an einem Ende durch Aushämmern erweitert und bis auf 8—10 mm zusammengesteckt, wobei die Längsnähte nicht aufeinander treffen dürfen.

Die Muffen werden zunächst an einem Rohrende festgenietet, sodann steckt man die Röhren stumpf zusammen und vernietet auch die andere Hälfte der Muffen.

Da die letzteren beim Einlassen leicht hängen bleiben, so verwendet man am zweckmäßigsten die Kegelhöhren.

Die selten angewendeten Doppelröhren werden derart ineinander gesteckt und unter sich vernietet, daß die Wechsel des einen Stranges auf die Mitte der Rohrlängen im andern Strange treffen.

§ 54. Vernieten der Röhren. — Das Vernieten geschieht nach dem Verfahren von Kind vorwiegend dadurch, daß man die am Ende aufgespaltenen Niete von außen einsteckt und gegen einen im Innern der Röhren befindlichen Amboß treibt.

Der Nietamboß (Nietkolben) von Kind¹⁾, Fig. 155 und 156, besteht aus zwei etwa 157 mm hohen, halbcylindrischen eisernen Backen *a*. Die Stange *b*₁ des einen Backens ist mittels eines Gelenkes an derjenigen des andern *b* befestigt. Die letztere hat oben eine Schraubenspindel, mittels welcher der ganze Apparat durch einen Wirbel oder eine Bohrstange mit einem Seile verbunden wird. In gleicher Art an einer Bohrstange befestigt, ist zwischen den Backen ein Keil angebracht. Sobald nun der Nietnagel sich in dem Loche befindet, wird der Keil gesenkt, wodurch der bewegliche Backen an den Nietnagel angedrückt wird und den Amboß bildet. Der Nietkolben von Zobel²⁾, sowie ein von Ottiliae³⁾ beschriebener beruhen auf demselben Prinzip.

Beim Niederbringen eines Seilbohrloches in Baranowo (Provinz Posen) im Jahre 1847 benutzte der Bohrmeister Cramer zum Vernieten der 1,57 m langen Rohrstücke einen Nietamboß von der in nebenstehender Fig. 157 dargestellten Konstruktion. Zwei halbcylindrische eiserne Backen *e* sind mit Stangen *d* an einer Scheibe *c* befestigt. Durch letztere geht außerdem eine dritte Stange, welche unten einen Keil trägt. Durch Anheben des um den

1) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 230; 1861. Bd. 9. S. 146. — Eine ähnliche Ausführung siehe: Szigmondy, Der artesische Brunnen im Stadtwäldchen zu Budapest. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1878. Taf. XIX.

2) Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 146.

3) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 230.

Bolzen δ drehbaren Schwengels a wird der Keil angehoben und drängt die Backen e auseinander.

§ 55. **Einhängen der Röhren.**—Enthält das Bohrloch einen Knick, also eine Abweichung von der lotrechten Richtung, so muß man zunächst eine Lehre, am einfachsten den Bohrlöffel einhängen, um zu ermitteln, mit welchem größtmöglichen Durchmesser die Röhren eingebracht werden können.

Das Einlassen geschieht mit Seil und sogenannten Röhrenbündeln. Die letzteren bestehen aus zweiteiligen eisernen Ringen, siehe Fig. 158 und

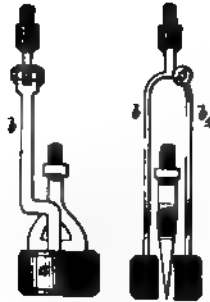


Fig. 155 u. 156.
Nietkolben von
Kind.

δ

Fig. 157.
Nietkolben von
Cramer.

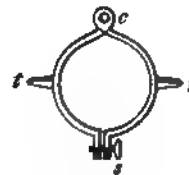


Fig. 158 u. 159.
Röhrenbündel.

159, deren Hälften um ein Scharnier c drehbar sind und durch eine Schraube s verbunden werden. An den Tatzeln oder Haken tt greift das Seil an.

Außerdem hat man, siehe Fig. 160, Röhrenbündel aus zwei Holzstücken, welche die Röhren mit einer Aushöhlung umfassen und durch Schrauben angezogen werden ¹⁾.

Sobald unter der Verrohrung fortgebohrt werden soll, muß dieselbe über dem Bohrtäucher »angebündelt« (befestigt) werden.

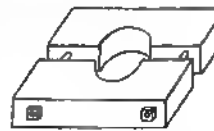


Fig. 160. Röhrenbündel
von Holz.

Die beim Einhängen der Röhren vorkommenden Hindernisse sind, wenn man Abweichungen des Bohrloches von der Senkrechten durch genügend kleinen Durchmesser der Röhren Rechnung getragen hat, hauptsächlich Verklemmungen durch Nachfall und werden bei festem Gebirge durch langsames Auf- und Niederbewegen des Röhrenstranges, sowie durch Drehen und Rammen, bei schwimmendem Gebirge durch Löffeln beseitigt.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1839. Bd. 7. Taf. XVI. Fig. 58.

§ 56. **Erweiterungsbohrer.** — Man unterscheidet zweierlei Arten von Erweiterungsbohrern, nämlich solche zum Erweitern eines Bohrloches vom Tage herein oder unterhalb einer bereits eingebauten Verrohrung.

Die erste Art können Kreuzmeißel oder gewöhnliche Meißel mit Ohrenschneiden sein, deren Schneide in der Mitte unterbrochen ist.

Die Erweiterungsbüchse von Kind¹⁾, Fig. 161 und 162, hat einen quadratischen Schaft und an dessen unterem Ende einen runden, an der Basis ausgehöhlten Körper *o* mit Ausschnitten *s* zum Entweichen des Bohrschmandes, dazwischen liegen die Schneiden *i*.

Endlich beschreibt Beer²⁾ noch einen Erweiterungsbohrer, welcher aus einem gußeisernen Cylinder mit verstellbaren Längsschneiden besteht.

Die Instrumente zum Erweitern unterhalb eines vorhandenen Röhrenstranges müssen alle so eingerichtet sein, daß sie durch letzteren hindurchgehen und erst unter demselben zum Angreifen kommen.



Fig. 161. 162.
Kind'sche
Bohrbüchse.



Fig. 163.
Kind'scher Nachbohrer.

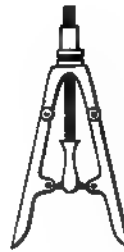


Fig. 164.
Erweiterungsbohrer.

3



Fig. 165. 166.
Nachbohrer von Kind
(neuere Konstr.).

Der Kind'sche Nachbohrer, Fig. 163, besteht aus zwei Schenkeln *cc'* mit verstellten Schneiden *nn'*. Der Keil *a* wird am Seile mittels der Gabel *b* emporgezogen und drängt die Schenkel auseinander.

Einen ähnlichen Apparat zum Aufwärtsbohren, etwa zur Entfernung der Brust unter der Verrohrung, hat gleichfalls Kind konstruiert³⁾.

1) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1853. S. 131.

2) Beer, a. a. O. S. 132.

3) Beer, a. a. O. S. 133.

Noch ein anderer Erweiterungsbohrer ist zu Rohr und Scherfede angewendet¹⁾ und durch Fig. 164 dargestellt.

§ 57. **Vereinigte Vor- und Nachbohrer** sind von Kind²⁾ konstruiert worden, um während des Nachbohrens das Bohrloch in geringer Weite zu vertiefen.

In Fig. 165 und 166 ist a die Bohrstange mit einer Spiralfeder s . Dieselbe ist zwischen zwei Ringen angebracht, von denen der untere eine Grenze für seine Bewegung nach unten durch Stifte findet. Am oberen Ringe sind Drahtseile cc' angebracht, deren untere Enden mit zwei Nachschneiden versehen sind. Die letzteren werden entweder durch eingeklemmte Holzstäbchen oder ebenfalls durch einen unter der Meißelschneide hinweggehenden Draht niedergehalten. Ist durch das Auffallen des Meißels das Holzklötzchen weggefallen, beziehungsweise der Draht durchschnitten, so dehnt sich die Feder aus und zieht mit Hilfe der Drahtseile die Nachschneiden heraus.

Bei dem Erweiterungs- (Nach-) Bohrer von Fauck und Fischer³⁾ liegt die Feder im Innern des Bohrschaftes.

Die Versuche, mit Vor- und Nachbohrern schneller zum Ziele zu kommen als mit einfachen Meißelschneiden, sind fehlgeschlagen⁴⁾.

§ 58. **Isolierungsrohre.** — Die Isolierungsrohre in Solbohrlöchern sind häufig ausgebohrte ganze Stämme von Nadelholz oder sie sind aus zwei bearbeiteten Hälften zusammengesetzt, wie in Liebenhall bei Salzgitter. Die Verbindung der Längsnaht geschieht durch Döbbel⁵⁾.

Ausgebohrte Stämme werden nach Degoussée durch außen eingelegte eiserne Ringe, siehe Fig. 167, oder, wie in Schöningen, durch kupferne Muffen verbunden, welche mit acht Stück Holzschrauben in zwei Reihen an jeder Seite befestigt werden⁶⁾.

Die Muffen sind außerdem mit in Talg getränkten Hanffäden gedichtet.

Beim Bohren nach Petroleum in Pennsylvanien und in Oelheim bei Peine wendet man zum Abdämmen der Wasserzugänge und bei Bohrlochweiten von 16—22 cm gewalzte Blechrohre an, welche an ihren Enden mit Schraubengewinden versehen sind.

Fig. 167.
Isolierungsrohre.

Die Abdichtung am unteren Rande der Verrohrung erfolgte bei einzelnen Bohrlöchern in Oelheim dadurch, daß man einen Wulst von mit trockenen

1) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 234; 1865. Bd. 2. S. 394; 1864. Bd. 9. S. 457; 1872. Bd. 20. S. 385. — Österr. Zeitschr. 1871. S. 17.

2) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 454; 1859. Bd. 7. S. 44.

3) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 84.

4) A. Fauck, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885. S. 32. Taf. V, Fig. 13 u. 14.

5) Karsten's Archiv. R. II. Bd. 26. S. 54. — Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 257.

6) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 202. — Beer, a. a. O. S. 258.

gelben Erbsen gefüllter Leinwand anbrachte, welche im Wasser aufquollen; vergl. S. 96.

Bei dem englisch-canadischen Bohrverfahren (S. 88) werden jene Abschlüsse dadurch erreicht¹⁾, daß man unterhalb der wasserführenden Schicht eine feste Bank zu gewinnen und in derselben ein etwas engeres Bohrloch auf etwa 4 m Teufe möglichst sorgfältig herzustellen sucht. Ist dies geschehen, so setzt man einen Röhrenstrang ein, an welchem unten auf etwa 4 m Höhe eine Umwicklung von fest gewebtem Baumwollstoff (sog. stouts) angebracht ist. Die Umwicklung bekommt eine Anzahl sich deckender Längsschnitte und bildet dadurch eine Packung aus breiten Bändern, welche oben und unten durch mehrfach umgewickelte Fäden zusammengehalten sind. Wird nun das Rohr in das unten etwas verengte Bohrloch hinabgelassen, bezw. gepreßt und sodann etwas angezogen, so ziehen sich die Baumwollstreifen auf einen, den Raum zwischen Röhrenwandung und Bohrlochswand abdichtenden Wulst zusammen.

§ 59. **Das Herausziehen einer Verrohrung** kommt nicht allein vor, wenn das Bohrloch erweitert, sondern auch, wenn nach beendeter Bohrarbeit die Röhren wiedergewonnen werden sollen.

Sind die Röhren nicht festgeklemmt, so kann man dazu einfach Seil und Röhrenbündel, anderenfalls muß man Röhrenheber oder Röhrenzieher anwenden, welche den Röhrenstrang so tief als möglich fassen, um bei etwaigem Abreißen des oberen Teiles das Bohrloch nicht zu verschütten. Oft muß sogar ein Zerschneiden der Röhren vorausgehen.

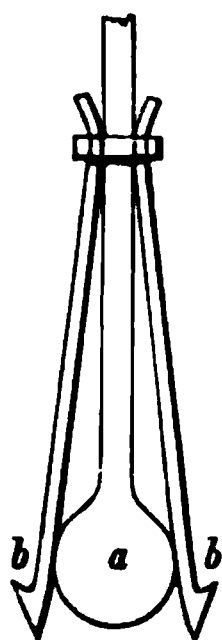


Fig. 168.
Röhrenheber.

Die Röhrenheber fassen entweder unter dem unteren Rand der Verrohrung an oder sie werden innerhalb derselben eingeklemmt. Einen Röhrenheber der ersten Konstruktion²⁾ zeigt Fig. 168. Die Kugel *a* wird, nachdem der Apparat unter der Verrohrung angelangt ist, emporgezogen und bringt dadurch die Haken *b* zum Untergreifen. Weil aber leicht ein Zerreißen der Röhren eintritt, so wendet man zweckmäßiger Röhrenheber der zweiten Konstruktion an.

Hierher gehört zunächst die Fangbirne von Glenk und ihre Abänderungen, d. h. ein birn- oder tonnenförmiger Holzkörper, auf welchen man Sand schüttet. Der letztere veranlaßt, daß die Birne sich beim Anziehen festklemmt, wobei aber der Übelstand eintreten kann, daß man nicht wieder loszukommen vermag.

Bei dem Verfahren von Alberti³⁾ wird ein abgestumpfter Holzkegel mit dem starken Ende nach unten am Gestänge und zu gleicher Zeit ein aus dünnen Holzdauben zusammengesetztes cylindrisches Gefäß am Seile ein-

1) Preuß. Ztschr. 1884. Bd. 32. S. 349.

2) Preuß. Ztschr. 1859. Bd. 7. S. 232.

3) Serlo, Bergbaukunde. 1884. I. S. 443.

gehängt. Am unteren Ende des Gefäßes sind Holzkeile angebracht, welche sich auf den Umfang des Kegels genau auflegen. Ist man an die zu fassende Stelle gekommen, so wird der Kegel gehoben, die Dauben werden dadurch an die Rohrwandung gepreßt und bei weiterem Anziehen folgt der Röhrenstrang nach. Will man den Apparat lösen, so treibt man den Kegel nach unten und zieht am Seile die Dauben nach oben.

In ähnlicher Weise verwendet man den Nietkolben von Kind; S. 82 und Fig. 155, 156.

Bei dem Röhrenheber von Kind ¹⁾ sitzt an einer mit dem Gestänge verbundenen quadratischen Eisenstange ein birnförmiger Körper. An einem auf der Stange verschiebbaren Ringe befinden sich vier Federarme, welche unten an ihren Außenflächen verzahnt sind und gleichfalls von einem Ringe zusammengehalten werden. Beim Emporziehen der Birne werden die Arme gegen die Röhren gepreßt und nehmen dieselben mit in die Höhe, vorausgesetzt, daß sie nicht zu sehr festgeklemmt sind. Ist dies der Fall, so kann man das Instrument durch Senken der Birne leicht lösen.

§ 60. **Das Zerschneiden der Röhren** kann in horizontaler und vertikaler Richtung vorgenommen werden. Das erstere kommt besonders bei den unteren Röhren vor, welche nach den Erfahrungen in Schöningen vorzugsweise festsitzen.

Die von Degoussée angewendeten Röhrensägen ²⁾ haben sich bei den Bohrungen in Schöningen durchaus nicht bewährt und wurden von Greiffenhagen durch andere Instrumente ³⁾ ersetzt, welche im wesentlichen darauf beruhen, daß wirkliche Sägenblätter in horizontaler Lage an zwei beweglichen Armen angebracht sind, welche entweder durch einen dazwischen befindlichen Keil oder durch einen, die beweglichen Arme umschließenden Ring auseinander gedrängt werden, um die Sägenzähne zum Angriff zu bringen. Bei entgegengesetzter Bewegung des Keiles, bezw. Ringes ziehen sich die Sägenblätter aus dem Schnitt heraus. Mit diesen Sägen hat Greiffenhagen etwa 50 Schnitte in Blechröhren von 156 bis 260 mm Weite und 2,6 mm Stärke ausgeführt. An einem Schnitte wurde nur $1\frac{3}{4}$ bis 2 Stunden gearbeitet. Auch lassen sich diese Sägen für vertikale Schnitte einrichten.

Unter der Sägevorrichtung werden Stangen angeschraubt, auf denen sie während der Manipulation steht. Hat man indeß zu befürchten, daß nach dem Durchschneiden der Röhren Sand hervorquillt, welcher die untergeschraubten Gestänge festmachen könnte, so empfiehlt Greiffenhagen, die Röhrensäge schwebend zu gebrauchen.

Aehnlich sind die in Pennsylvanien benutzten Sägen ⁴⁾, durch welche

¹⁾ Kind, Anleitung etc. S. 48. — Serlo, Bergbaukunde. 1884. I. S. 443.

²⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 308.

³⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 305. 349. Taf. V, Fig. 7—18.

⁴⁾ Kärnthner Zeitschr. 1874. S. 66. — Österr. Zeitschr. 1874. S. 173. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 413. — Dingler's polyt. Journ. 1874. Bd. 242. S. 393. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 446.

Röhren von 7 mm Wandstärke in wenigen Minuten zersägt werden. Bei ihnen werden drei mit scharfen Stahlmessern versehene Keile durch Aufziehen eines Kegels aus einem Cylinder herausgedrückt.

Eine einfache Säge zum vertikalen Zerschneiden¹⁾ der Röhren zeigt Fig. 169.

Der Apparat von Purtschet²⁾ ist so eingerichtet, daß am unteren Ende zweier federnder Arme Löcher angebracht sind, in welche Blätter eingesteckt werden, deren schneidende Spitzen, je nachdem ein Längsschnitt oder ein Kreisschnitt ausgeführt werden soll, verschieden gestellt sind.

Fauk's Werkzeug zum Zerschneiden der Röhren³⁾ hat ein bewegliches Messer *c* Fig. 170, welches sich beim Aufziehen des Körpers *a* durch die Röhrenwand drückt und das Rohr aufschneidet; der Flügel *b* muß der Röhre entsprechend groß sein.



Fig. 169.
Röhrensäge.



Fig. 170.
Fauk'sche Röhrensäge.

G. Besondere Bohrmethoden.

§. 61. Das englisch-canadische Bohrverfahren⁴⁾, zum Erbohren von Petroleum gegenwärtig sowohl in Amerika neben dem Seilbohren, siehe Seite 93, als auch in Europa sehr verbreitet und im Prinzip nur ein Gestängebohrverfahren mit der Oeynhausenschen Rutschere, ist in Bezug auf maschinelle Einrichtungen dem amerikanischen Seilbohren sehr ähnlich.

Der Bohrschwengel *p*, siehe Fig. 171 bis 173, ist an seinem Kraftende mit einer Pleuelstange *q* versehen, welche durch eine Kurbel *e* auf- und abbewegt wird. Die letztere, bezw. die auf derselben Achse sitzende Scheibe *c* empfängt ihre rotirende Bewegung von der Lokomotive mittelst Übertragung durch den Riemen *b*. Der Bohrschwengel ist dabei so angeordnet, daß die Seitenkante mit der Bohrlochsachse zusammenfällt, so daß das Einlassen und Ausholen des Gestänges ausgeführt werden kann, ohne den Bohrschwengel aus seiner Lage zu entfernen.

Neben der Riemenscheibe *c* sitzt fest auf derselben Welle eine zweite hölzerne Riemenscheibe *d*, welche weiterhin durch den sehr breiten Riemen *e* ihre Bewegung nach einer vertikal über ihr verlagerten dritten Holzscheibe *f* überträgt. Der Riemen *e* ist an sich ganz lose umgelegt und überträgt die Bewegung von *d* nach *f* erst dann, wenn vermittelt des Hebelwerks *h h' h''*

¹⁾ Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 209.

²⁾ Ann. des mines. Sér. 7. T. IV. S. 359. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 144.

³⁾ Fauk, Fortschritte etc. S. 33.

⁴⁾ Köbrich in Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 349 mit Texttafel. — Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde. Leipzig 1886. Bd. I. S. 407.

vom Standpunkte *B* des Bohrmeisters aus die Spannrolle *g* den Riemen *e* fest anpreßt. Geschieht dies Anpressen mäßig, dann wirkt der Riemen als Bremse.

Fig. 171 (Aufriß).

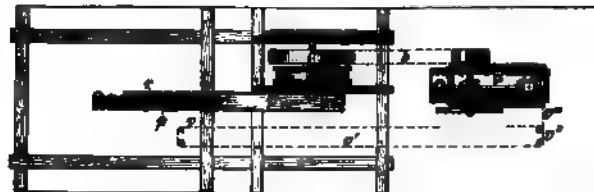


Fig. 172 (Grundriß).

Neben der Scheibe *f* liegt nun die Holztrommel *m*, auf welcher ein zweizölliges rundes Hanfseil aufgewickelt ist. Dasselbe ist von *m* aus über die Leitrolle *m'* nach der Seilscheibe *m''* oben in den Turm geführt und endigt in einen, das gewöhnliche Stuhlkrückel hier vertretenden Gestängewirbel *k*. Oberhalb desselben befindet sich ein eisernes Gewicht *i* zum selbstthätigen Herabziehen des leeren Seiles beim Aufheben der Gestängezüge.

Fig. 173 (Seitenansicht).

Der Vorgang beim Aufheben der Gestänge ist folgender: Sobald das Gestänge über dem Bohrloche *i* abgefangen und der Gestängewirbel *k* aufge-

schraubt ist, preßt der bei *B* stehende Bohrmeister durch Anziehen des Hebels *h''* die Spannrolle *g* gegen den Riemen *e*, die Bewegung der fortwährend im Gange befindlichen und durch die Schnur mit Handgriff *n* von *B* aus gesteuerten Lokomobile wird auf die Seiltrommel *m* übertragen und das Gestänge wird hochgezogen. Sobald ein Gestängezug bis über die Bohrlochsmündung gehoben ist, läßt der Bohrmeister am Hebel *h''* etwas nach, der Riemen *e* rutscht bei halber Spannung auf der Scheibe *f* und das Gestänge steht einen Moment still. Wird am Hebel *h''* noch mehr nachgelassen, so bewegt sich das Gestänge rückwärts, indem der Riemen *e* bremst, und setzt sich auf die unterzuschiebende Abfangegabel. Nun läßt der Bohrmeister den Hebel *h''* plötzlich los und die Seiltrommel *m* steht still.

Nach dem Abfangen schraubt der Krückelführer den Gestängezug ab, eine Manipulation, welche sich wegen der angewendeten stark konischen Gewinde rasch vollzieht, faßt dann, gemeinschaftlich mit einem oben im Turm befindlichen Arbeiter, den Gestängezug mit den Händen und stellt ihn zur Seite. Inzwischen ist auch der Gestängewirbel oben abgeschraubt worden, das Gewicht *l* hat ihn niedergezogen, er wird rasch auf den folgenden Gestängezug aufgeschraubt; der Bohrmeister zieht den Hebel *h''* an und das Spiel beginnt von neuem. Nach C. Köbrich, welcher das beschriebene Verfahren in Oelheim beobachtete, wurde die ganze Manipulation sehr rasch und sicher ausgeführt, beispielsweise brauchte man nur 1 Minute Zeit, um einen 11 m langen Gestängezug aufzuholen, abzuschrauben und zur Seite zu stellen.

Bemerkenswerth, weil sehr zweckmässig, einfach und billig, ist auch noch folgende, die Stellschraube ersetzende Einrichtung, vergl. § 35. Auf den Bohrschwengel oder Bohrhebel ist am Ende des Lastarmes ein Rundholz *p'* aufgeschraubt, dessen Kopf eine spiralförmige Rinne trägt, in welcher, den Kopf des Rundholzes umwindend, eine gewöhnliche Kette *r* sich einlegt. Das nach dem Bohrloche *i* zugewendete Ende der Kette *r* trägt den Gestängewirbel *k''* zur Herstellung der Verbindung von Bohrgestänge und Bohrhebelkopf. Das andere Kettenende geht vom Bohrhebelkopf zurück nach einer kleinen eisernen Winde *w*, welche in einfachster Art auf dem Bohrhebel angebracht, und um dessen kleine Trommel die Kette gewickelt ist. Gegen ein unbeabsichtigtes Zurückgehen der Kette ist die Trommel geschützt durch ein auf derselben befindliches Sperrrad *s*, dessen Klinke die Trommel festhält. Nur wenn die Klinke mittels der Schnur *s'* vom Handgriff *s''* aus gehoben wird, kann die Kette einem Zuge in der Richtung nach dem Bohrhebelkopfe hin folgen und zwar so lange, bis die Klinke wieder eingreift. Durch einen am Bohrhebel angenagelten elastischen Holzbügel *u* wird die Klinke mittels der verbindenden Schnur *u* stets niedergezogen.

Man denke sich nun den Bohrer im Bohrloche aufstehend und die Rutschere so weit zusammengeschoben, daß ohne Nachlassen der Kette 15 cm abgebohrt werden können. Die Pleuelstange ist oben auf den Kurbelzapfen geschoben und das Bohren beginnt. Dabei ist zu bemerken, daß der Bohrmeister von *B* aus durch eine Schnur *nn'*, welche über Leitrollen geht

und über eine mit dem Dampfeinlaßventile fest verbundene Scheibe geführt ist, nach Belieben anlassen, rasch und langsam gehen oder den Dampf abstellen kann.

Beim Bohren werden in der Minute 50 bis 55 Hube gemacht und nach jedem Hube der Bohrer durch das angelegte Krüchel t umgesetzt.

Die große Zahl der Hube in Verbindung mit dem im Verhältnis zum Durchmesser des Bohrlochs sehr schweren Schlaggewicht (etwa 600 kg) und die Anwendung einfacher Meißel ohne Peripherie- (Ohren-) Schneiden geben eine gute Leistung, welche in 24 St. durchschnittlich 3,33 m beträgt. Bei Durchmessern des Bohrlochs von nicht mehr als 450 mm sollen in mäßig festem Gestein sogar Leistungen von 10 m pro Tag (zu 24 Std.) nicht selten sein.

Nachdem von den 15 cm, welche die Rutschere hergab, 10 cm abgebohrt sind, zieht der Bohrmeister, um das Gestänge tiefer zu lassen, mittels der Schnur s' die Klinke vom Sperrrade des kleinen Kabels w hoch, die Kette folgt dem Zuge nach dem Bohrhebelkopfe um so viel nach, als gewünscht wird (in der Regel eine Kettengliedlänge), und es wird ohne Aufenthalt weiter gearbeitet. Der Zug der Kette vom Kabel aus nach dem Bohrhebelkopfe ist erheblich geringer als die Gestängelast, weil bei weitem der größte Teil der letztern durch die Reibung der Kette in der Spirale des Hebelkopfes gehalten wird.

Man pflegt in der Regel nur $1/2$ m abzubohren und darauf zum Aufholen und Löffeln zu schreiten. Auf gute Reinigung des Bohrloches wird viel Gewicht gelegt.

Die Kosten eines vollständigen Apparates für 200 m Teufe mit Einschluß der Lokomobile von 12 Pferdekräften und des einfach aus Bohlen zusammengeagelten Bohrturmes schätzt C. Köbrich auf etwa 10 000 M.

Kapitel III.

Stoßendes Bohren mit Seil.

§ 62. Chinesische Bohrmethode und Allgemeines über Seilbohren. — Das Seilbohren soll ¹⁾ von den Chinesen in ausgedehntem Maße und bis zu Tiefen von 565 m schon in den ältesten Zeiten angewendet worden sein. Das Verfahren beruht darauf, daß sich ein belastetes Seil auf-, ein entlastetes Seil zudreht. Nach dem Aufschlagen des Meißels wird sich also das Seil zudrehen, was durch Anwendung eines Wirbels am oberen Ende des Seiles erleichtert wird. Beim Anheben des Seiles dreht sich dasselbe auf, der Meißel folgt

¹⁾ Jobard in Dingler's polyt. Journ. 1847. Bd. 105. S. 45. — C. W. Fromman, Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesische Brunnen. Koblenz 1835.

dieser Bewegung und die Schneide fällt in veränderter Richtung auf die Bohrlochsohle.

Als Seil wendeten die Chinesen fingerdicke Bambusriemen an. Hanfseile dehnen sich zu stark, so daß man die Hubhöhe nicht in der Gewalt hat. Aloëseile wurden von Carbéron, Drahtseile mit Hanfeinlage von Jobard empfohlen.

Als Schlagvorrichtung diente den Chinesen ein federnder Baumstamm von etwa 15—18 m Länge, welcher an einem Ende eingespannt war, nahe am Bohrloche eine Unterstützung hatte und mit Druckbäumen am andern Ende in schwingende Bewegung gebracht wurde. Man machte dabei pro Minute 50 und mehr Hübe von etwa 10 cm Höhe.

Die größte Schwierigkeit bei diesem ältesten Bohrverfahren und bei dem Seilbohren überhaupt ist diejenige, das Bohrloch rund zu erhalten, weil das Umsetzen des Meißels sehr unvollkommen ist. Bei den Seilbohrungen in Europa hat man deshalb früher Kronenbohrer und runde hohle Büchsen an Stelle der Meißelbohrer angewendet.

Fernere Nachteile des Seilbohrens im allgemeinen sind diejenigen, daß der Hub unsicher ist, weil sich jedes Seil bei einigermaßen bedeutender Tiefe längt, ferner die Notwendigkeit, zur Beseitigung von Brüchen am Meißel Gestänge in Bereitschaft haben zu müssen, und — besonders bei festem Gesteine — der geringere Effekt im Vergleich mit den vollkommenern Methoden des Gestängebohrens, in erster Linie derjenigen mit Wasserspülung und mit Diamanten.

Die Vorteile¹⁾ des Seilbohrens gegenüber dem Gestängebohren sind im allgemeinen folgende:

1. große Zeitersparnis beim Aufholen und Einlassen des Meißels,
2. das geringe Gewicht des die Stelle des Obergestänges vertretenden Seiles,
3. geringerer Nachfall als beim Bohren mit steifem Gestänge oder mit einem Hütchen.

§ 63. **Neuere Methoden des Seilbohrens.** — Besonders der unter 1. genannte Vorteil ist die Veranlassung zu vielen Verbesserungen gewesen, welche meistens das Ziel verfolgen, das Umsetzen des Meißels regelmäßiger zu machen.

Unter den zu diesem Zwecke vorgeschlagenen Apparaten und Methoden sind zu nennen: Der Seilapparat von Gaiski²⁾, die Freifallbohrer von H. Sonntag³⁾, der Kolb'sche Bremswirbel⁴⁾, die Freifallapparate für Seilbohren von

1) Polyt. Centralbl. 1853. S. 1558. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864. S. 13, 309; 1862. S. 59, 254.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1868. S. 365.

3) Ebenda. 1869. S. 5. — Ebenda. 1869. S. 169—171.

4) K. Köbrich in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1870. S. 33; 1864. S. 309; 1871. S. 121. — Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Dr. K. Hartmann. 1864. S. 13, 171. 1862. S. 59, 254. — Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1871. S. 94. — Glückauf. 1871. Nr. 8. — Dingler's polyt. Journ. 1870. Bd. 198. S. 374.

Hochstrate¹⁾, Kleritj²⁾, von Sparre³⁾ und Fauck⁴⁾. Einige von diesen Apparaten haben wohl in einzelnen Fällen Anwendung gefunden, die anderen sind Vorschläge geblieben.

In neuerer Zeit hat G. L. Brückmann in Dortmund vorgeschlagen, Bohrturm mit Seilscheiben, Lokomobilen zum Einhängen und Aufholen des Bohrzeuges nebst Schlagmaschine auf einem dreh scheibenartig zu bewegendem Gerüste zu verlagern (D. R. P. No. 18 537, Jahrg. 1882). An der Drehung nehmen sämtliche Maschinen und Seilscheiben gleichmäßigen Anteil, mithin auch das am Seil befestigte, im Bohrloch befindliche Bohrzeug (Freifall, Fallklotz und Bohrer), so daß beim Schlagen, unter gleichzeitiger Drehung des Gerüsts, das Umsetzen des Bohrers erfolgen muß. Das regelmäßige Umsetzen des Meißels ist damit jedenfalls erreicht, die ganze Einrichtung dürfte aber kostspielig sein.

Auch ist hervorzuheben, dass man neuerdings nicht mehr mit schlaffem Seile bohrt, sondern dasselbe so kurz hält, daß der Meißel erst durch die auf- und abwärtsgehende Bewegung, welche dem Seile durch die Dampfkraft mitgeteilt wird, gewissermaßen zur Sohle schnellt, wodurch die Geschwindigkeit des abwärts stossenden Meißels erhöht wird.

Das einzige Seilbohrverfahren, welches eine, wenn auch lokale, so doch häufige Anwendung gefunden hat, ist

§ 64. **Das Amerikanische Seilbohren**⁵⁾, Fig. 174, 175⁶⁾. Dieses in den Oeldistrikten Pennsylvaniens in bedeutender Ausdehnung angewendete Seilbohrverfahren hat durch die mit ihm erzielten Erfolge allgemeine Aufmerksamkeit erregt.

Die Disposition der Anlage ist aus Fig. 174 u. 175 ersichtlich. Der 19 bis 22 m hohe Bohrturm (*derrick*) hat an der Basis 5 bis 6 m im Quadrat, steht auf einem eichenen Fundamentrahmen und ist einfach aus fichtenen Bohlen zusammengesetzt.

Die Bohrwinde *A* besteht aus einem 33 cm dicken, etwa 380 cm langen Rundbaume aus Eichenholz und zwei an dessen Enden angebrachten, aus eichenen und fichtenen Bohlen bestehenden Holzrädern von etwa 2,22 m Durchmesser. Dem aus Manilahanf hergestellten Bohrseile wird eine Stärke von 46 mm gegeben. Das eine der Holzräder ist mit einer Handbremse, das andere mit einer Seilnut versehen; dieselbe dient zur Aufnahme eines die

1) Wagner in Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 133.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871. S. 344; 1872. S. 104. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ing. 1871. Bd. 15. S. 751. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 164.

3) Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1873. S. 128. — Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 191. — Dingler's polyt. Journ. 1874. Bd. 212. S. 285.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1873. S. 155, — Berg- u. Hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien. 1874. S. 222. — Dingler's polyt. Journ. 1874. Bd. 212. S. 291. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 171.

5) Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 29.

6) Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. Leipzig 1885. Taf. IX, Fig. 27, 27a, 27b, 28.

Transmission mit der Hauptwelle w vermittelnden, etwa 20 mm starken runden Hanfseiles, welches wie die Laufschnur einer Drechselbank einfach zusammengehakt wird, außerdem sehr leicht abgenommen und aufgelegt werden kann. Die nötige Spannung gibt man dem Seile durch Zusammendrehen vor dem Einhaken.

Fig. 174 (Seitenansicht).

Fig. 175 (Grundriß). Einrichtung beim amerikanischen Seilbohren.

Der etwa 8,6 m lange Bohrschwengel B (*walking beam*) besteht aus Fichtenholz und ruht auf einem senkrechten Ständer [*sampson-post*]. Auf dem hinteren Ende des Bohrschwengels hängt mit einem in Fig. 174 a in

größeren Maßstabe gezeichneten Bügel die Pleuelstange p , deren unteres geschlitztes Ende den Krummzapfen umschließt.

Die Hauptwelle w , an deren einem Ende der Krummzapfen sitzt, hat am andern die zur Bewegung der Bohrwinde dienende Seilscheibe (*rope pulley wheel*) b und in der Mitte zwischen den Zapfenlagern die hölzerne Riemenscheibe (*band-wheel*) c , welche ihre Bewegung durch die Riemenscheibe c_1 der Dampfmaschine erhält.

Der Löffelseilhaspel (*sand pump reel*) l besteht aus einem 2,5 m langen, 20 cm dicken Rundbaume mit einer konoidischen gußeisernen Friktionscheibe, welche vom Bohrturme her mittelst Zugstange und Hebel an die Riemenscheibe der Hauptwelle und in entgegengesetzter Richtung gegen einen festen Bremsklotz angedrückt werden kann.

Am Kopfende des Bohrschwengels hängt in einem Lasthaken die Stellschraube mit Wirbelring (*temper-screw*) und unter derselben die Klemme zum Festhalten des Seiles beim Bohren; siehe beistehende Fig. 176, 177.

Das untere Ende des Seiles ist in dem mit einer gabelförmigen Hülse versehenen Seilfußstücke (*rope-socket*) befestigt; siehe Fig. 178. Daran schließen sich nach unten die Rutschere (*jars*) und an diese der Bohrklotz mit dem Bohrer.

Der Bohrklotz besteht aus einer Bohrstange (*anger-stem*), zu welcher behufs Gewichtszunahme die Senkerstange (*sinkers bar*) und außerdem Ergänzungsstücke (*substitutes*) hinzukommen. Das Gesamtgewicht beträgt bei etwa 14 m Länge 693 kg, dazu Rutschere und Meißel 107 kg, also im ganzen 800 kg. Dasselbe soll sogar auf 1000 kg steigen, während die Meißelschneide beim Beginn des Bohrloches nur 6 Zoll engl. breit ist und auf 4 Zoll verjüngt wird.

Bei dem unvollkommenen Umsetzen bilden sich wie bei jedem Seilbohren Fische, welche nach jeder Bohrhitz mit Büchsen (*reamers*), siehe Fig. 179—180¹⁾, beseitigt werden müssen. Dieselben sind Meißel mit einer Ohrenscheide oder Flachbüchsen (Fig. 179), Halbrundbüchsen (Fig. 180), zwei gegenüberstehende Ohrenscheiden oder Rundbüchse (Fig. 181), endlich hohle kreisförmige Büchsen (Fig. 182).

Die Fangwerkzeuge (*fishing tools*) sind folgende:

Fig. 176.



Fig. 177. Seilklemme.



Fig. 178. Seilfußstück.

¹⁾ Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. Leipzig 1885. Kap. VII. Taf. XI, Fig. 44—47.

Die Glocke (Trompete) (*horn socket*), vergl. S. 78, Fig. 148; die Fangschere (*grabs*), ähnlich der Kluppe Fig. 142; die Fallfangschere (*slip-socket*), vergl. S. 78, Fig. 147 und der Geißfuß, eine Art Brechstange mit gespaltener Klaue (*hook*); sie alle dienen zum Fangen von Bruchstücken des Untergestänges und der Bohrgezähe.

Der Seilfänger (*rope-grabs*), siehe Fig. 183, dient zum Heraufholen von Seilstücken, der Sperrhaken (*slip-spear*), Fig. 184, zum Ausziehen von Röhren.

Die Konstruktion des Schlammloffels (*sand pump*), Fig. 169, ist bereits früher, S. 47, Fig. 63 erwähnt.

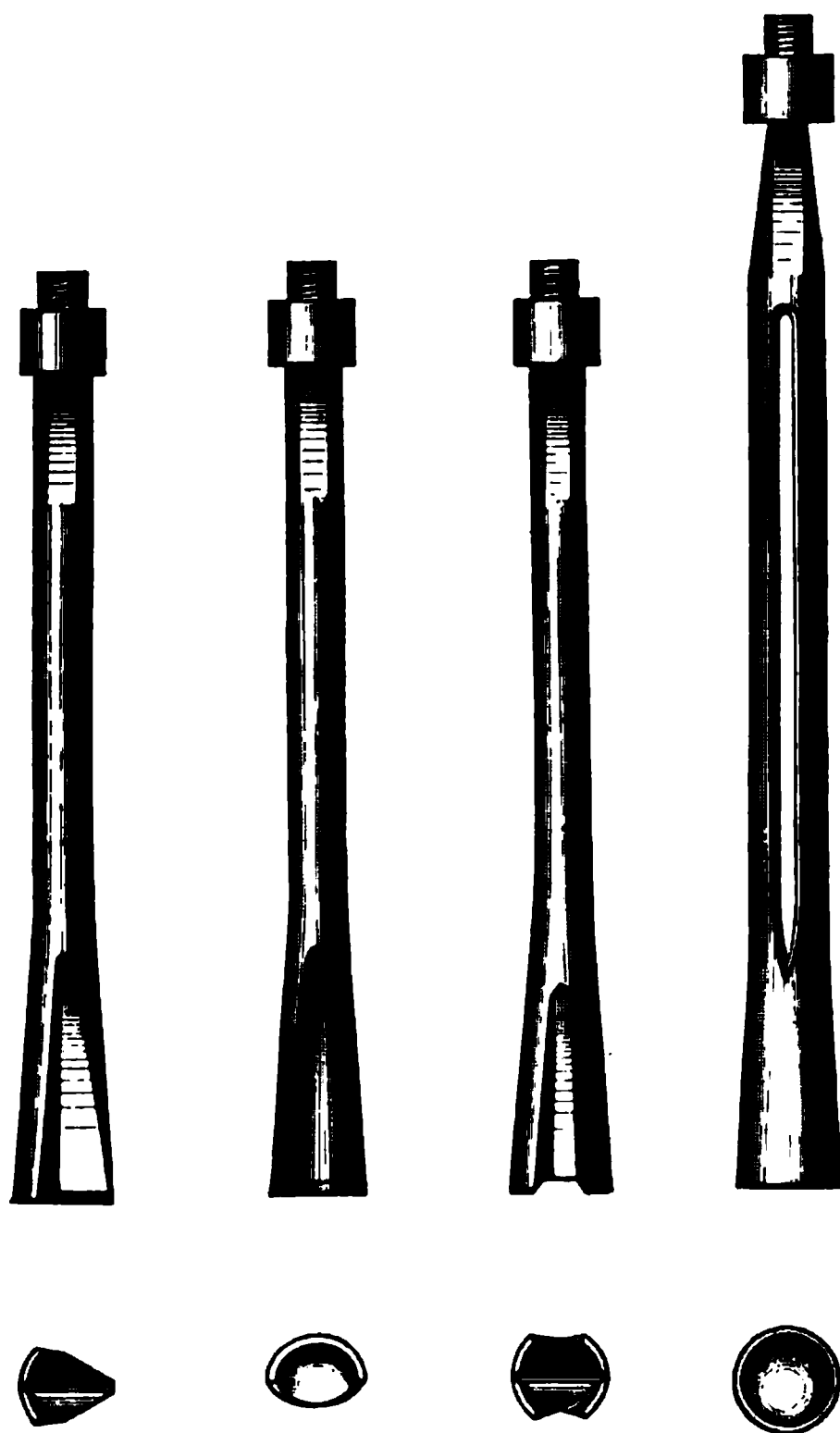


Fig. 179. Fig. 180. Fig. 181. Fig. 182.
Bohrbüchse beim amerikanischen Seilbohren.

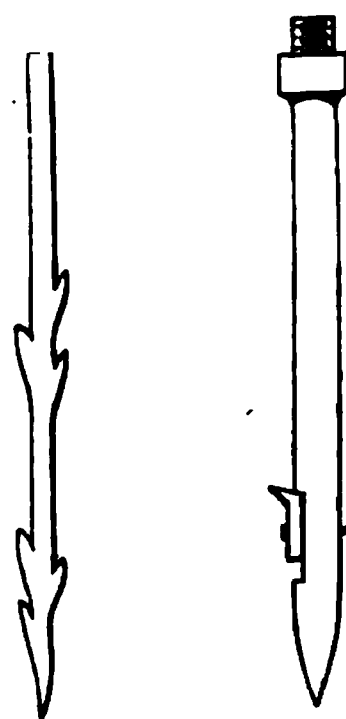


Fig. 183. Fig. 184.
Seilfänger. Sperrhaken.

Das Abdichten am unteren Ende der Verrohrung in den oberen wasserführenden Schichten (vergl. S. 85) geschah früher ausschließlich durch einen am unteren Ende der Verrohrung angebrachten Bleiring, welcher sich in das Gestein preßt, oder durch einen um das Rohr gelegten Ledersack, welcher teilweise mit stark aufquellendem Leinsamen gefüllt wurde.

In neuerer Zeit ist dafür in Pennsylvanien die in Bezug auf Sicherheit und Zeitersparung bessere Griffin'sche Methode der Wasserabdichtung angewendet.

Dieselbe geschieht durch ein schmiedeeisernes, kurzes, cylindrisches Rohrstück, welches unten mit einem schmalen, umgebördelten Rande ver-

sehen ist, um einen aufgeschobenen, mit einer linksgeschittenen Mutter-schraube und am äußeren Umfange mit Einschnitten versehenen Fußring tragen zu können. Dem Gewinde des Ringes entspricht eine in der Mitte des Rohrstutzens angebrachte linksgewundene, nach oben in einen Absatz endigende Vaterschraube.

Der Rohrstutzen ist am oberen Ende mit einer rechtsgewundenen Vaterschraube zum Anschlusse an die Verrohrung, am unteren mit mehreren weiten Löchern zum Durchlassen des Wassers beim Einhängen versehen.

Vor dem Aufschieben des Fußringes und dem Umbördeln des unteren Randes der Verrohrung wird ein nach oben in vier Lappen endigender gepreßter Lederstulp von unten auf den Stutzen geschoben und dann mit den vier Lappen an einem von oben lose auf den Stutzen gebrachten dünnen Eisenring festgenietet. Vor dem Einhängen wird der Fußring auf der in der Mitte des Stutzens befindlichen Linksschraube festgeschraubt. Beim Einhängen selbst geht der Lederstulp frei durch das Bohrloch, wird aber, sobald der Fußring sich auf den im Bohrloche gebildeten Absatz legt, durch den von oben kommenden Wasserdruck an die Bohrlochswandung dicht angepreßt und damit der Abschluß hergestellt.

Die Ausführung der Bohrarbeit geschieht in folgender Weise:

Zwei Arbeiter lösen sich alle 12 Stunden ab. Der eine bedient den Kessel, die Dampfmaschine, den Bohrkrückel, das Ein- und Ausrücken des Löffelseilhaspels, das Auf- und Ablegen des Transmissionsseiles für die Bohrwinde und das Bremsen beim Einlassen; alle übrigen Arbeiten führt der zweite Mann aus, welcher zugleich Bohrschmied ist.

Bei einem 300 m tiefen Bohrloche erfolgte das Aufholen des Bohrzeuges, beziehungsweise des Löffels in einer Minute, das Einlassen in einer halben Minute.

Das Umsetzen des Meißels geschieht durch scharfe Umdrehung des Bohrkrückels um etwa 120° , ist jedoch, wie schon erwähnt, sehr unvollkommen. Die dadurch herbeigeführte Mehrarbeit des Nachbüchsens scheint durch die Leichtigkeit und Geschwindigkeit, mit welcher man alle Nebenarbeiten ausführt, reichlich ausgeglichen zu werden.

Die Leistung beträgt etwa 13 m in 24 Stunden, selbst bei Teufen von 300—500 m. Für 500 m sollen nur 24—26 Tage, selbst bei Unfällen kaum mehr als 3 Monate Bohrzeit erforderlich sein.

Die Kosten für ein 500 m tiefes Bohrloch belaufen sich für die komplette Einrichtung, Material und Arbeitslohn auf 24 000 M. Somit kostet das laufende Meter ohne Pumpeneinrichtung und mit einem Drittel des Wertes von Kessel, Maschinen und Röhren durchschnittlich 24,75 M.

Hanfseile werden trotz des Längens wegen ihrer Leichtigkeit und Biegsamkeit den Drahtseilen vorgezogen.

Die mit dem amerikanischen Seilbohren in Pennsylvanien erzielten Erfolge dürften jedoch nicht allein durch die Bohrmethode und die zweckmäßige Organisation der Arbeit, sondern zum großen Teil auch durch milde Gesteinsbeschaffenheit veranlaßt sein.

§ 65. **Das Seilbohren von Mather & Platt in Salford bei Manchester**¹⁾ ist gleichfalls mehrfach ausgeführt und in Fig. 185 und 186 dargestellt. Besonders neu und eigenthümlich ist die Konstruktion des Bohrinstrumentes, die Art und Weise, wie dasselbe umgesetzt wird, und die Bewegung des Bohrseiles.

Das letztere, ein 12 cm breites und 0,13 cm dickes Bandseil, welches am unteren Ende den Bohrer trägt, ist über Tage auf einer Bobine aufgewickelt, geht von hier, wie Fig. 185 zeigt, unter einer Leitrolle hinweg über eine Seilscheibe *S* und von dieser direkt in das Bohrloch, ist aber zwischen der Scheibe und der Bobine während des Bohrens eingeklemmt.

Die Axe der Seilscheibe *S* ruht in der gabelförmigen Verlängerung einer Dampfkolbenstange *D*, welche aus einem stehenden Cylinder *C* hervorragt. Am unteren Ende des letzteren befinden sich Rohre zum Einblasen und Auslassen des Dampfes. Beides wird selbstthätig regulirt.

Der eintretende Dampf hebt den Kolben, die Seilscheibe und damit den Meißel. Am Ende des Hubes wird das Ausblaserohr geöffnet und Kolben sowie Meißel fallen nieder. Da das Ausblaserohr etwa 16 cm über dem Cylinderboden, das Einblaserohr aber dicht über demselben einmündet, so bleibt unter dem Kolben ein Dampfpolster. Je nachdem der Knaggen zum selbstthätigen Öffnen des Ausblaserohres mehr oder weniger hoch angebracht ist, ändert sich die Hubhöhe zwischen 32 und 252 cm.

Damit der Kolben beim Aufgange das Hängeseil nicht mit zu heftigem Ruck wegholen kann, findet eine dauernde schwache Dampfeinströmung statt, wodurch ein langsames Anheben des Kolbens noch vor dem vollständigen Öffnen des Einblaserohres erreicht wird.

Der in Fig. 186 dargestellte Bohrer besteht aus einem runden schmiedeeisernen Stabe *B* von 10,4 cm Dicke und 252 cm Länge, an dessen unterem Ende ein gußeiserner cylindrischer Block *C* befestigt ist. In den letzteren sind die Meißel *D* mit ihren verjüngt zulaufenden Hälsen eingesteckt. Zwei andere cylindrische Gußstücke *E* und *F* dienen zur Führung. Das letztere hat an seiner äußeren Fläche spiralförmig gewundene Rippen, welche bei der Berührung der Bohrlochswände das Umsetzen des Meißels befördern.

Die eigentlich für diesen Zweck bestimmte Einrichtung befindet sich dicht über dem Führungsstücke *F* und besteht aus zwei gußeisernen, in Entfernung von etwa 32 cm auf der Bohrstange *B* festgekeilten Kragensteinen *g* und *h*, von denen *g* nach oben, *h* nach unten gerichtete Zähne hat. Die Winkelpunkte beider Zahnreihen liegen senkrecht übereinander.

Zwischen beiden Kragensteinen bewegt sich um den Hals der Bohrstange *B* ein oben und unten mit Zähnen versehener Muff *f* frei auf und nieder. Die Winkelpunkte der oberen und unteren Zähne sind jedoch derart gegeneinander versetzt, daß der senkrechte Schnitt eines jeden Zahnes der oberen Fläche auf die Mitte der Zahnlänge der unteren Fläche trifft.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 178. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 318. — Kärnthn. Zeitschr. 1875. S. 286.

Mit dem Muffe f steht der eiserne Bügel K und mit diesem das Bohrseil in Verbindung.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt nun in folgender Weise:

Wenn das Bohrzeug aufgeschlagen ist, so löst sich der Muff f , welcher während des Aufzuges an das obere Kragenstück H angeschlossen war, von

Fig. 185. Seilbohrapparat von Mather und Platt.

diesem und fällt auf das Kragenstück g herab, wobei er sich um eine halbe Zahnbreite dreht. Eine weitere ebenso große Drehung erfolgt, wenn die oberen Zähne des Muffes beim Aufgange wiederum in die Zähne des Kragenstückes H eingreifen. Auf diese Weise wird das Bandseil um die Breite eines ganzen Zahnes nach rückwärts aufgedreht, während der Hebung des Bohrzeuges aber diese Drehung wieder rückgängig gemacht, indem sich der Bohrer um den gleichen Betrag vorwärts dreht. Diese selbstthätige Umsetzung soll sehr genau und regelmäßig erfolgen.

Fig. 186.
Bohrer von
Mather und Platt.

Die mit dem Verfahren von Mather & Platt in Middlesborough erzielten Resultate waren folgende: Ein Bohrloch von 48 cm Weite wurde 442 m tief abgebohrt und zwar 364 m in Buntsandstein mit Thonlagen, weißem Sandstein, roten Mergeln und Gips, weitere 12 m in Gips, festem, weißem Sand und Kalkstein, endlich 36 m in rotem Sandstein, reinem Steinsalz, einzelnen Kalksteinschichten und wiederum reinem Steinsalz.

Auf diese Arbeit wurden im ganzen 540 Tage zu 12 Stunden verwendet und zwar 150 Tage auf Nebenarbeiten. Die durchschnittliche Leistung pro Tag beträgt also nur etwa 78 cm.

Die Belegschaft bestand aus 6 Mann, inkl. Schmied.

Zu Norwich bohrte man mit 63, beziehungsweise 47 cm Durchmesser bis 372 m in Kreide mit Feuersteinknollen, später in Mergel und Kreidethon.

Die durchschnittliche Leistung pro Tag betrug mit Nebenarbeiten und Störungen 60, ohne dieselben 70 cm. Dabei kamen aber in einem Monat Leistungen von 5 m pro Tag vor.

Bohrungen nach diesem Systeme sind zu Halifax, Stockport, Pendleton bei Manchester, Canterbury, Birkenhead, Walton bei Wakefield, Loughborough und zu Ramsaa in Norwegen, außerdem vielfach in Ostindien ausgeführt.

Kapitel IV.

Bohrverfahren mit Wasserspülung¹⁾.

§ 66. **Allgemeines.** — Den zum Zweck des Löffelns durch An- und Abschrauben der Gestänge entstehenden Aufenthalt hat man außer durch das Seilbohren mit dem besten Erfolge auch damit zu beseitigen gesucht, daß man den Bohrschmand durch einen beständig aufsteigenden Wasserstrom entfernt. Die Geschwindigkeit, welche man dem Wasserstrom zu geben hat, richtet sich nach der Korngröße der auszuspülenden Massen. Von Chanoit und Catelineau ist in dieser Beziehung folgendes festgestellt²⁾:

Es werden aufwärts bewegt bei einer Geschwindigkeit des Wasserstromes von: 10 cm . . feiner Sand,

20 - . . grober Sand,

50 - . . Körner von 2 cm Größe,

100 - . . alle Kiesel, soweit sie in die Gestängeröhre eintreten können,

200 - . . sogar Kupfer- und Eisenteile.

Sollte natürlicher Auftrieb vorhanden sein, welcher jedoch nicht stark genug ist, um den Bohrschmand zu Tage zu bringen, so muß der angewendete Druck angemessen verstärkt werden, damit der natürliche Auftrieb gezwungen ist, in der Richtung des aufsteigenden Stromes zu entweichen.

¹⁾ Th. Tecklenburg, Handb. d. Tiefbohrkunde. Leipzig 1887. Bd. II. S. 4. Siehe daselbst, S. 43, auch das Bohren mit Wasserdampf.

²⁾ Serlo, Bergbaukunde. I. 1884. S. 495.

Die erste Anwendung des Bohrens mit Wasserspülung wurde von Fauvelle¹⁾ sowohl für stößendes als auch für drehendes Bohren gemacht, und zwar mit günstigem Erfolge, indem er 1846 in Perpignan ein Bohrloch von 170 m Tiefe in 23 Tagen niederbrachte. Fauvelle führte das Spülwasser mittels einer Druckpumpe in ein hohles Gestänge ein und ließ es außerhalb desselben wieder austreten.

Sodann brachte van Eicken im Jahre 1856 ein Bohrloch bei Sterkade²⁾ drehend mit der Schappe und gleichfalls mit Wasserspülung 148 m tief nieder.

Auf das Verfahren von Fauvelle gründeten Chanoit und Cate-lineau ihre bohrende Pumpe³⁾, welche eine ausgedehnte praktische Anwendung nicht gefunden hat, auch in Bezug auf Zweckmäßigkeit und Einfachheit dem Fauvelle'schen Verfahren nachstehen dürfte.

Die Wichtigkeit der Wasserspülung ist am größten bei mäßig hartem Gestein, weil dabei ein häufigeres Löffeln nötig sein würde. Bei hartem Gestein muß das Gestänge mehr zum Auswechseln des Meißels, als zum Zweck des Löffelns gefördert werden.

§ 67. **Diamantbohren.** — Für größere Tiefen und festes Gestein ist nach dem, vom Major Beaumont angewendeten Verfahren seit einigen Jahren ein drehendes Bohrverfahren eingeführt, bei welchem ein mit Diamanten besetzter Stahlring an einem hohlen Gestänge arbeitet, so daß beim Bohren Kerne stehen bleiben.

Das Bohren geschieht in der Regel mit Maschinen.

Bei den sieben Bohrlöchern auf Kalisalze in der Gegend von Aschersleben betrug die durchschnittliche Tagesleistung 6 m bei einer durchschnittlichen Gesamttiefe von 454 m.

In Rheinfelden (bei Basel) hat man in 28 Tagen 441 m, also täglich etwa 15,75 m gebohrt⁴⁾.

Nach Broja⁵⁾ bohrt man pro Minute:

in Quarz	25 mm
in Granit	50—75 -
in Sandstein	100 -

In der Umgegend von Darlington betrug die durchschnittliche Tagesleistung in Sandstein und Kalkstein 11,3 m bei 112 mm Durchmesser und 63 bis 252 m Tiefe des Bohrloches. Bei Whitehaven wurden im festen Steinkohlengebirge in zwei Monaten 190 m, bei Hamm in Westfalen in drei Wochen 123 m gebohrt.

Der hauptsächlichste Nachteil dieser Bohrmethode ist ihre Kostspielig-

1) Degoussée a. a. O. S. 156.

2) Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 177.

3) Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 639. — Th. Tecklenburg, a. a. O. II. S. 44.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 96 ff.

5) Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 285.

keit. Die Continental Diamond-Rock-Boring-Company (Vertreter: Schmidtman in Leipzig) fordert für Bohrlöcher von

1—400 m Tiefe	£	10	p. m
400—500 - - -	21	-	
500—600 - - -	25,4	-	
600—700 - - -	29,8	-	
700—800 - - -	33,12	-	

Außerdem hat der Arbeitsgeber für Bohrturm, Spülwasser, Lokomobile, Brennstoff und Heizer zu sorgen.

Das Diamantbohren hat ferner auch noch die Nachteile, daß es in größeren Tiefen sehr viel Kraft und infolge dessen sehr starke Gestänge erfordert, sowie, daß das Bohrgezähe bei starkem Wechsel in der Härte des Gesteines leicht ausweicht, besonders wenn die Schichten steil einfallen.

Der früher gemachte Einwurf ¹⁾, daß man das Diamantbohren nur für kleine Durchmesser von 150 auf 50 mm anwenden, dabei aber keine Verrohrung anbringen und deshalb das Verfahren in Schichten, welche zu Nachfall geneigt sind, nicht gut benutzen könne, trifft nicht mehr vollständig zu, seitdem man u. a. in Aschersleben und in Schladebach bei Dürrenberg Bohrlöcher von 234, bzw. 320 mm anfänglicher und 78, bzw. 48 mm schließlicher Weite mehrmals verrohrt hat.

Da man in neuerer Zeit im Stande ist, die beim Diamantbohren stehen bleibenden Kerne derart vollkommen zu gewinnen, daß deren Länge bei einigermaßen festem Gesteine vollkommen der abgebohrten Tiefe entspricht, so erhält man beim Diamantbohren vollständigen Aufschluß über Beschaffenheit und Lagerungsverhältnisse der durchbohrten Massen.

Hierin liegt ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem stoßenden Bohren. Weil bei diesem alles zu Schlamm zerstampft wird, so kann man Lagerstätten unter Umständen (z. B. bei starkem Auftrieb des Wassers) leicht durchbohren, ohne sie zu bemerken. Außerdem erhält man mit dem stoßenden Bohren über Streichen und Fallen überhaupt keinen Aufschluß, es sei denn, daß man zur Festlegung der Lagerstättenebene drei Bohrlöcher stößt.

Überhaupt nimmt, was Schnelligkeit und Sicherheit in der Ausführung betrifft, das Tiefbohren mit Diamanten bei festem Gesteine bis jetzt die erste Stelle ein und wird in neuerer Zeit bei eiligen Bohrarbeiten allen anderen Methoden vorgezogen.

§ 68. **Apparate** ²⁾. — Die arbeitenden Teile beim Diamantbohren sind schwarze Diamanten, sogenannte Karbonate aus Bahia in Brasilien.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 233.

2) Broja in Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 24. S. 283. — Iron. 1873. Nr. 40. S. 498. — Die Eisenbahn. Bohrung in Rheinfeldern. 1877. Bd. VI. Nr. 4. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 96. — Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV. Pag. 329. — Ann. des mines. Sér. VII. Vol. XVI. Pag. 218. — Tiefbohrung zu Northampton. Vortrag von H. J. Eunson. Excerpt Minutes of Proceedings of the Inst. of Civ. Eng. Session 1882—83.

Dieselben haben das Ansehen von Koks und werden in Linsen- bis Nußgröße in einen zuerst von Leschot in Genf angegebenen gut geglühten Stahlring eingesetzt, indem kleine Löcher in den letzteren gebohrt und ausgemeißelt werden. Nachdem die Steine eingesetzt sind, werden die Lochränder zugestemmt, sodann der Ring (die Krone) im Feuer, gewöhnlich im Bleibade glühend gemacht, mit blausaurem Kali gekohlt und in kaltem Wasser abgelöscht, beziehungsweise gehärtet.

Diamanten von Erbsengröße wiegen etwa 5 Karat. Der Preis ist sehr veränderlich; im Jahre 1883 ist er von 80 auf 62 M. pro Karat gesunken, sechs Jahre früher betrug er nur 25 M.

Die Bohrkronen *C*, in Fig. 187 und 188, ist mit dem unteren Ende des hohlen Bohrgestänges verschraubt. Bei der Bohrung in Rheinfelden hatte die kleinste Bohrkronen 81 mm äußeren und 50 mm inneren Durchmesser. Fig. 188 zeigt die Bohrkronen in der unteren Ansicht mit den eingesetzten Diamanten; *c*, *c'*, *c''* sind Aushöhlungen, durch welche das im Inneren des hohlen Gestänges herabkommende Spülwasser den Bohrschlamm fortführt, außerhalb desselben empordrückt und über Tage zum Ausfließen bringt. Der gesamte Wasserbedarf ergab sich während der Arbeit zu 340 000 l für 24 Stunden.

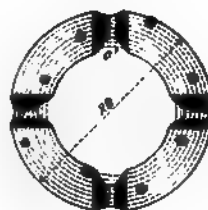
§ 69. **Das Bohrgestänge.** — Das hohle Bohrgestänge besteht aus Stücken von etwa 2 m Länge, welche an beiden Enden inwendige Schraubengewinde haben und durch Verbindungsstücke zusammengeschraubt werden. Der äußere Durchmesser der Röhren schwankt je nach der Tiefe und Wichtigkeit der Bohrarbeit zwischen 45 und 65 mm; schwächere Röhren würden der Drehung nicht widerstehen und dem Spülwasser keinen genügenden Durchgang darbieten. Die Verbindungsstücke haben ringförmige Vorsprünge, welche das Hauptgestänge vor Abnutzung durch Reibung schützen sollen.

An dem untersten Verbindungsstücke ist das mit der Bohrkronen *C*, siehe Fig. 187 und 188, versehene unterste Rohrstück angeschraubt, welches eine Länge bis zu 15 m haben kann.

Ebenso, wie für massive eiserne Gestänge, siehe S. 54, schlägt K. Sachse in Orzesche O.-S. auch für Hohlbohrgestänge die Einschaltung von Gelenken vor, um beim Aufholen und Einlassen das An- und Abschrauben zu ersparen.

§ 70. **Verrohrung.** — Hat man Nachfall zu befürchten, so werden Futterröhren angewendet. Dabei verfährt man je nach Umständen in zweierlei Weise. Entweder wird das Bohrloch zuerst mit einer größeren Krone erweitert und es werden sodann die dem größeren Durchmesser entsprechenden Futterröhren bis unter den Nachfall gebracht, oder man erweitert nicht und

Fig. 187.

Fig. 188.
Bohrkronen.

bringt die Futterröhren direkt ein, in welchem Falle mit entsprechend geringerer Weite tiefer gebohrt werden muß.

§ 71. **Ausführung der Bohrarbeit.** — Zunächst teuft man einen Vorschacht durch den Humus und etwa aufgelagerte rollige Gebirge bis zum festen Gestein ab. In dem letzteren beginnt die Anwendung der Diamanten.

Man kann mit kleinem Durchmesser beginnen und das Bohrloch später, wenn es notwendig ist, erweitern; dies Vorgehen hat aber einen größeren Verlust an Diamanten im Gefolge, als wenn man von vornherein mit genügend großem Durchmesser beginnt. Da jedoch das austretende Spülwasser zunächst in einem Kasten aufgefangen wird, so hat man die Möglichkeit, abgebrochene Diamanten wiederzufinden.

§ 72. **Einführung des Spülwassers.** — Da beim Diamantbohren nur feiner Schlamm entsteht, welcher in dem engen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr genügenden Raum zum Aufsteigen findet, so wird das Spülwasser (gesättigte Sole beim Bohren in Salz) stets in das Hohlgestänge eingeführt. Zu dem Zwecke drückt eine mit der Umtriebsmaschine verbundene Pumpe das Wasser in ein Standrohr, von welchem aus es bei früheren Anlagen durch einen Gummischlauch und den Rohransatz *R*, siehe Fig. 189 und 190, in einen Aufsatz *A* gedrückt wurde. Derselbe ist mittelst Stopfbüchse auf das hohle Gestänge *G* gesetzt, mit Schlitten *s* versehen, oben mit der Schraube *t* verschlossen und dreht sich mit dem Gestänge in der Hülse *Q*. Die letztere wird durch das Spülwasser ausgefüllt, welches durch die Schlitten *s* in das Innere des Hohlgestänges eintritt. Der Austritt findet durch einen in den Fig. 194 und 192 dargestellten Preßstutzen statt. Sowohl bei dem dänischen (§ 76), als auch bei dem

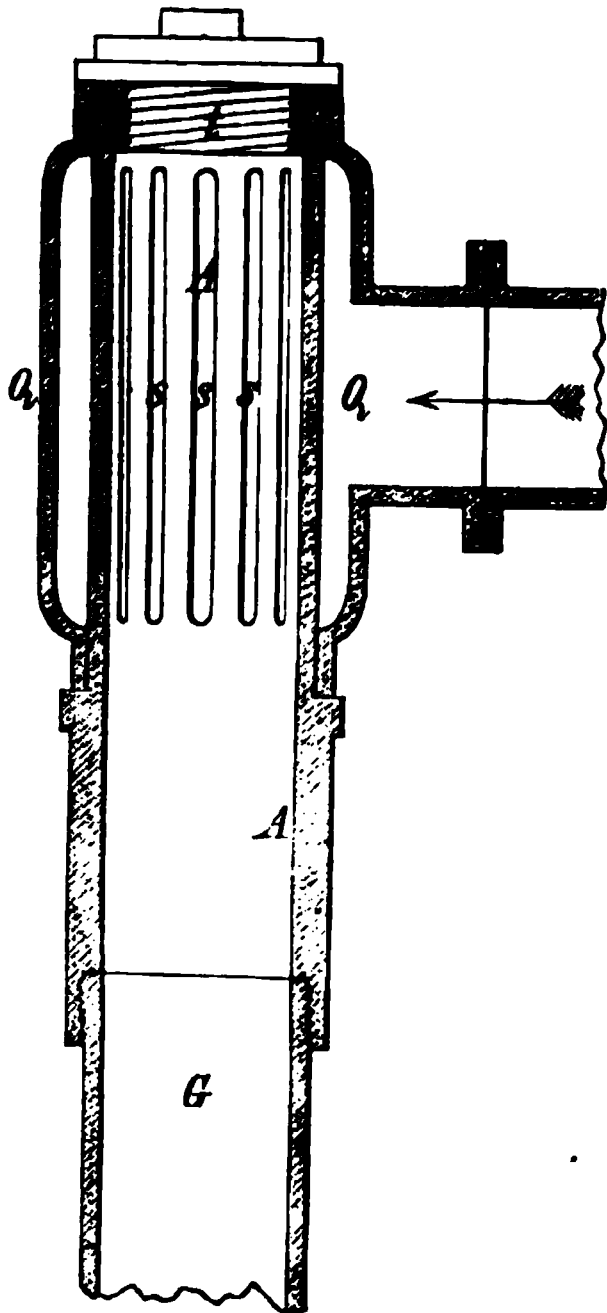


Fig. 189.

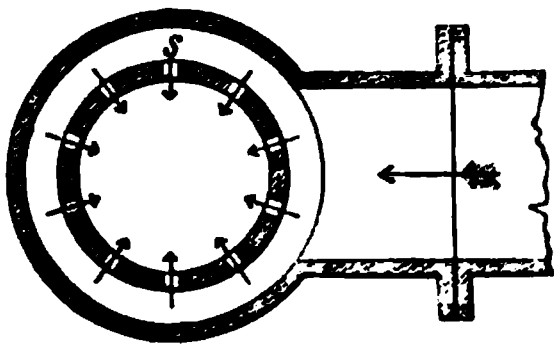


Fig. 190.

Aufsatz zum Einführen des Spülwassers.

Köbrich'schen Bohrverfahren befindet sich auf dem Hohlgestänge ein Aufsatz mit Stopfbüchse, welcher gleichfalls an der Drehung des Gestänges nicht teilnimmt und durch welchen das Spülwasser mittels eines Gummischlauches direkt in das Gestänge geführt wird.

§ 73. **Die maschinellen Einrichtungen** waren bei früheren Diamant-

bohranlagen, so u. a. bei derjenigen von Rheinfelden¹⁾ und bei der American Diamond-Rock-Boring-Company in New York²⁾ sehr kompliziert und teuer. Ungleich einfacher, billiger und zweckmäßiger ist der Mechanismus, welcher dem Gestänge die rotierende Bewegung erteilt, ferner die Vorrichtungen zum Ausgleichen des Gestängegewichtes und zum Aufziehen des Gestänges bei dem Köbrich'schen Bohrverfahren (§ 79).

§ 74. **Fangwerkzeuge.** — Die bei Brüchen des Bohrgestänges gebrauchten Fangwerkzeuge sind in Fig. 191 und 192 dargestellt. Das letztere entspricht der Schraubentute beim Gestängebohren, Fig. 148, und ist ein umgekehrter Trichter mit scharfen Schraubengängen an der inneren Wandung; das erstere ist eine stählerne Vaterschraube. Diese dient am häufigsten zum Herausziehen der Verrohrung, jene zum Fangen abgebrochener Bohrgestänge, zu welchem Zwecke man die Schraubentute mit dem Gestänge einhängt und auf das abgebrochene Stück aufschraubt, indem man beim Drehen Schraubengewinde einschneidet. Die letzteren sind in der Schraubentute in umgekehrtem Sinne gewunden als diejenigen des Bohrgestänges, so daß man die gebrochenen Stücke desselben losschrauben und zu Tage schaffen kann.



Fig. 191.

Fig. 192.

Schraubentute.

§ 75. **Abreißen des Kernes.** — Um den untersten Teil des Kernes vom Gebirge abzulösen, wurde bei der Bohrung in Rheinfelden für einen Moment die Krone etwas emporgezogen und darauf die Wasserspülung unterbrochen. Der Bohrschlamm legte sich nun sofort um den Kern und den inneren Rand der Bohrkronen fest und der Kern konnte abgedreht werden. Die Krone wurde dann wieder gesenkt, so daß der innere vorstehende Kronenrand (die Lippe) den Kern an seiner Bruchstelle fassen und beim nochmaligen Anziehen mitnehmen konnte. Da der Kern beim Abdrehen eine schiefe Stellung eingenommen hat, so kann er nicht herausfallen, vergl. Seite 78 und 112.

§ 76. **Dänisches Bohrverfahren.** — Dieses von Mortensen für eine Aalborg'sche Gesellschaft eingeführte Verfahren entspricht insofern vollständig demjenigen von Fauvel, als in ein System von zwei ineinander steckenden Röhren, dem Futterrohr und dem Hohlgestänge, mittels einer Handdruckpumpe ein Wasserstrom eingepreßt und zwischen beiden Röhren zum Aufsteigen gebracht wird.

In sehr milden, sandigen Gebirgsmassen wendet man sogar nicht einmal

¹⁾ Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV. Pag. 381. — Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. Leipzig 1885. Kap. VII. S. 418. Taf. X, Fig. 1—18.

²⁾ Tecklenburg in Zeitschr. des Vereins deutscher Ing. 1883. Bd. 27. S. 517.

³⁾ Derselbe, Handb. d. Tiefbohrkunde. II. S. 8.

ein Bohrinstrument an, sondern läßt den Wasserstrom selbst als bohrendes Mittel wirken (Spritzenbohrverfahren). Man hat damit sehr günstige Resultate erreicht, indem man im Felde des Erdölbergwerks Schwabweiler (Elsaß) 38 Bohrlöcher von 34 bis 165 m niederbrachte. Die Durchschnittsleistung betrug 20 m in 24 Stunden bei einem Preise von 5,74 Francs pro Meter.

Die angewendeten Dimensionen waren für das Hohlgestänge 26 und für das Futterrohr 52 mm.

Das Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß man ein Bohrloch aufgeben muß, sobald das Futterrohr nicht tiefer zu bringen ist, weil man bei den geringen Rohrdimensionen eine engere Verrohrung nicht einbringen kann.

Später wurde dasselbe Bohrverfahren als kombiniertes hydraulisches Schnellbohrverfahren¹⁾ durch Olaf Terp auch stoßend in festem Gebirge ausgeführt und zwar mit steifem Gestänge, so unter anderem in einem Bohrloche am Harliberge bei Vienenburg am Harz (1882/83), ferner bei Wetzlar, in Dänemark, in Algier und zuletzt (1883) bei Pilsen. Das Hohlgestänge ist wie beim Spritzenbohren mit der Handpumpe durch einen Schlauch verbunden und wird ganz wie beim Gestängebohren mittels eines Bohrschwengels bewegt.

Olaf Terp bohrt in festem Kohlensandstein pro Tag circa 5 m und hat Kerne von 2—4 m Länge erzielt. Bohrlöcher von 100—200 m Tiefe werden in 1 bis 2 Monaten niedergebracht, wobei jedoch zu bemerken ist, daß bei einigermaßen festem Gestein die beim Bohren mit steifem Gestänge unvermeidlichen, häufigen Gestängebrüche eintreten und die Anwendbarkeit des stoßenden dänischen Bohrverfahrens besonders für Tiefen über 100 m zweifelhaft erscheinen lassen.

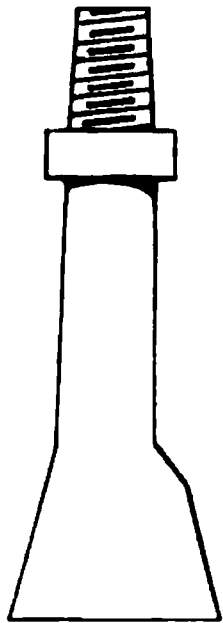


Fig. 193.
Exzentrischer Meißel
von Fauck.

§ 77. **Das Bohrverfahren von Fauck²⁾** ist dadurch bemerkenswert, daß das stoßende Bohren mit steifem Hohlgestänge vermieden und ein Fabiansches Freifallstück, siehe S. 62, zur Anwendung gebracht wird. Dasselbe ist ebenso wie das Untergestänge bis dicht über dem Meißel von einem Blechmantel umgeben. Innerhalb des letzteren gelangt das Wasser nach unten und steigt in der Verrohrung wieder empor. Um dieselbe nachsenken zu können, wendet Fauck einen exzentrischen Meißel an, Fig. 193, welcher als Erweiterungsbohrer unter der Verrohrung wirkt³⁾.

1) Tecklenburg in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1884. Nr. 4.

2) A. Fauck beschreibt in seinen Fortschritten in der Erdbohrtechnik, Leipzig 1885, S. 27, eine selbstthätige Freifallschere für Wasserspülung, welche auf demselben Prinzip beruht, wie die § 34 erwähnte. Das zweibeinige Gestelle ist hier durch einen Blechmantel ersetzt; an demselben befestigte, unten abgeschrägte Keilschieber bewirken nahe dem höchsten Hub das Abwerfen der Flügelkeile eines Fabianschen Abfallstückes.

3) Kärnthner Zeitschr. 1875. S. 8. — Dingler's polyt. Journ. 1875. Bd. 216. S. 125. — Österr. Zeitschr. 1874. S. 421. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 190.

§ 78. **Das System Przibilla**¹⁾ mit immer engeren Hohlgestängen, welche als Futterröhren stehen bleiben, sowie mit Meißel und Fallinstrument ist an vielen Orten²⁾ mit Erfolg angewendet, so in Diedenhofen (Elsaß-Lothringen), bei Herrlen in Holland, Puertollano in Spanien, Staßfurt und Königshütte O/S.

Das Verfahren ist dem Fauckschen ähnlich. Das von Schumacher konstruierte Fallinstrument ist ein für Wasserspülung sehr zweckmäßig eingerichtetes Fabiansches Freifallstück. Das System, bei welchem mit dem Schwengel stoßend gearbeitet wird, soll sich für Tiefen bis 200 m, sowie für alle Gesteinsarten eignen. Die Maximalleistung in Sand, Kies und Thonschichten betrug pro Tag 47 m.

Das erste Gestängerohr erhält den Durchmesser des Bohrloches und bleibt, wenn es nicht tiefer niederzubringen ist, als Futterrohr in dem Bohrloche stehen. Sodann wird eine zweite, engere Röhre eingeschoben, welche ebenfalls so weit nachgesenkt wird, als es ohne Schwierigkeiten möglich ist; darauf folgt eine dritte, vierte Röhre etc. Das Spülwasser tritt stets in der Gestängeröhre ein und außerhalb derselben zu Tage. In das untere Ende des Hohlgestänges ist ein Meißel so eingesetzt, daß das Wasser seitlich austreten kann.

Bemerkt der Krückelführer, daß das Gestein sich ändert, so wird einige Minuten mit Bohren eingehalten, die Wasserspülung aber fortgesetzt und sodann weitergebohrt. Nach einiger Zeit erscheint zunächst klares und darauf das von der neuen Gesteinsschicht herrührende trübe Wasser, aus welchem die Bohrproben entnommen werden können.

§ 79. **Bohrverfahren von Zobel und Köbrich.**³⁾ — Die mit dem dänischen Bohrverfahren erzielten Erfolge waren die Veranlassung, bei den vom preussischen Staate bei Purmallen unternommenen Bohrarbeiten für die Diluvialschichten in ähnlicher Weise vorzugehen. Da man jedoch hierbei gröbere Geröllestücke zu erwarten hatte, in dem schmalen ringförmigen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr bei dem dänischen Verfahren aber nur erbsengroße Kiesel emporsteigen können, so ließ der Oberbohrinspektor Zobel nach dem Vorgange von van Eicken das Wasser in dem ringförmigen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ein- und im letzteren austreten, indem er gleichzeitig größere Rohrdimensionen wählte.

Zum Einsenken der Futterröhren dient ein Preßklotz pp' und ein das obere Ende der Röhrentour umfassendes und sich gleichzeitig auf dieselbe aufsetzendes ringförmiges Gußstück d , siehe Fig. 194 und 195, links und rechts versehen mit je einem kräftigen Auge zur Aufnahme der zum Senken der Röhren dienenden Preßspindeln ss_1 , welche mit den verankerten Schleudern

1) Tecklenburg in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von B. Kerl und Fr. Wimmer. 1884. S. 387. — Derselbe in Handb. d. Tiefbohrkunde. II. S. 9.

2) Ebenda. 1882. S. 556, 557.

3) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 25. S. 285. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 692. Taf. XXXVIII.

$\alpha\alpha_1$, siehe Fig. 195, in Verbindung stehen. Das in den Rohransatz c eingetretene Spülwasser findet während des Bohrens in Diluvialschichten durch das drehbare Stück q an höchster Stelle des Hohlgestänges seinen Austritt, beim stoßenden Bohren und beim Diamantbohren (s. u.) geht das Spülwasser den entgegengesetzten Weg. Der ringförmige Raum zwischen Hohlgestänge



Fig. 194.

Preßklotz.

Fig. 195.

und Futterrohr ist oben mit wasserdichten Abschlüssen versehen, welche man dadurch bewirkt hat, daß man den Preßklotz mit einem Stopfbüchsen-aufsatz b für das hindurchtretende Hohlgestänge (Arbeitsrohr) r bekrönte und diesen Aufsatz mit einem seitlichen Stutzen c für den Eintritt des Spülwassers versah. Behufs Abdichtung des Futterrohres k gegen den dasselbe umfassenden Preßklotz wählte man die Manschettendichtung f .

Die oberen milden Schichten werden mit der Schappe o , Fig. 194, drehend durchbohrt. Das Hohlgestänge hängt mittels Schelle t an der Kabel-

kette, die nach Bedürfnis nachgelassen wird. Ein das Hohlgestänge oberhalb des Stopfbüchsenaufsatzes umfassendes Drehbündel u bewirkt das Rotiren der Schappe, und in dem Maße, wie das Arbeitsrohr tiefer in das Gebirge eindringt, werden die Futterröhren k nachgebracht.

Sobald man feste Gesteinsschichten erreicht hat, tritt an die Stelle des drehenden Bohrverfahrens das stoßende mit dem Köbrich'schen Hohlfreifall-Instrument, Fig. 196. Dasselbe ist, wie das von Fauck (§ 77) angewendete, in seiner Grundidee ein Fabianscher Apparat, bei welchem das Abfallstück a von einer Hülse k umschlossen wird und in gleicher Weise wie der sich an dasselbe anschließende Bohrklotz x und Bohrer y , siehe Fig. 196, behufs Ableitung des Spülwassers durchbohrt ist. Am Kopfe ist die Hülse k , auch Mantelrohr genannt, durch Muffe m mit dem Hohlgestänge verschraubt und hat auch bei diesem Werkzeuge, wie beim Preßklotze, die Manschettendichtung die vorteilhafteste Verwendung gefunden. Weil das Spülwasser in das Ringstück zwischen Futter- und Arbeitsrohr eintritt, um seinen Rücklauf durch das Hohlgestänge zu nehmen, wurde das unerwünschte Eindringen von Schmandwasser in das Mantelrohr von unten her durch die untere Manschette g unmöglich gemacht; da es aber zeitweise wünschenswert wird, den Wasserstrom umzuschalten, also das Druckwasser vom Hohlgestänge aus wirken zu lassen, so war die Hinzufügung einer zweiten Manschette g_1 geboten, welcher die Aufgabe zufällt, den Austritt von Wasser zwischen Mantelrohr und Abfallstück nach unten zu verhindern.

Als Bohrer, welche sich an die Bohrstange anschließen, haben sich der Kreuzmeißel, Fig. 197 und 198, mit vier radial gestellten Schneiden und der Flachmeißel y in Fig. 196 beide mit zentraler Durchbohrung, besonders bewährt. Zum Kernbohren dient der in Fig. 199 und 200 dargestellte Meißel. — Die Anzahl der Stöße ist etwa 30 in der Minute.

Die benutzten Rohrsysteme, Fig. 201, bestanden aus einer Gruppe in-

Fig. 196.
Köbrich's Hohlfreifallapparat.

einander gehender patentgeschweißter (d. h. mit übereinander greifender Naht zwischen Walzen über Dorne geschweißter) Röhren von folgenden Dimensionen:

I	Röhrentour von 485 mm lichter Weite und 40 mm Wandung
II	- - 150 - - - 8 - -
III	- - 120 - - - 8 - -
IV	- - 90 - - - 7 - -
V	- - 64 - - - 7 - -
VI	- - 38 - - - 5 - -

sowie mit Muffen von 54 mm äußerem Durchmesser und 90 mm Länge.



Fig. 197.



Fig. 199.

Fig. 198.
Köbrich'scher
Kreuzmeißel.Fig. 200.
Meißel zum Kern-
bohren.Fig. 201.
Rohrsysteme.

Von diesen Röhrentouren dienen die Nummern I, II und III nur als Futterröhren, während die Nummern IV und V zunächst in den größeren Röhrensorten als Hohlgestänge funktionieren und später, wenn es nötig wird, als Futterröhren gebraucht werden können. Die Röhrentour VI wird nur als Hohlgestänge für das Bohren mit Freifallinstrument benutzt.

Das stoßende Bohren mit dem Hohlfreifallapparate benutzt Köbrich nur für mäßige Tiefen und ersetzt dasselbe für tiefere Bohrlöcher durch das drehende Bohren mit Diamanten, so daß also Schappe, Meißel und Diamanten bei demselben Bohrloche nacheinander zur Verwendung gelangen.

Die ganze Einrichtung ist so getroffen, daß man schnell und leicht die Schappe durch Hohlfreifallapparat mit Meißel und diesen wieder durch die Bohrkronen mit Diamanten ersetzen kann, während die maschinellen Teile im wesentlichen unverändert bleiben; nur der Bohrschwengel H, Fig. 195, muß

ein- oder ausgerückt werden, je nachdem man stoßend oder drehend arbeiten will.

Auf der ersten Bühne im Bohrturme, Fig. 4, Taf. VII, ist ein mit vier Laufrädern versehener Holzrahmen k angeordnet, welcher den aus zwei konischen Rädern und Riemenscheibe bestehenden Antriebsmechanismus für die in dem horizontal laufenden Rade w , Fig. 202, auf und ab bewegbare Bohrspindel p trägt. Betrieben vom Vorgelege des Hauptkabels k , Fig. 4, Taf. VII, ist die Bohrspindel mit einem Klemmfutter K für das Arbeitsrohr, Fig. 202, versehen und hängt während der Arbeit durch Vermittelung einer Schelle s und zweier Hängeeisen an dem vorderen Teile des Bohrschwengels. Letzterer übernimmt, veranlaßt durch eine einfache Windevorrichtung, je nach dem Fortschreiten der Bohrarbeit nicht allein das allmähliche Sinken des Bohrgestänges, sondern auch dadurch, daß das rückwärtige Schwengelende mit einem entsprechenden Gegengewichte belastet wird, insoweit die Gewichtsausgleichung des Gestänges, daß der Druck der sich drehenden Bohrkronen auf das zu durchbohrende Gestein nur noch 250—400 kg beträgt. Betrachtet man diese Anordnung, so leuchtet es ein, daß man nur das Arbeitsrohr vom Gestänge abzuschrauben und die Verbindung zwischen Bohrschwengel und Bohrspindel zu lösen hat, um den Rotationsapparat aus dem Bereiche des Bohrloches abfahren zu können und die Anlage sofort zum Wiedereintritt in das Stoßbohrverfahren zu befähigen. Umgekehrt gestaltet sich die Umwandlung von Stoßbohr- in Diamantbohrverfahren ebenso einfach.

Fig. 202. Klemmvorrichtung.

Die Bohrspindel p hat in ihrem äußeren Umfange eine Nut, in welcher sich ein im Rade w befindlicher Stift führt, so daß die Spindel und mit ihr das Hohlgestänge an der Drehung des Rades teilnehmen muß, mit dem Vertiefen des Bohrloches jedoch niedersinken kann. Ist dabei das obere Ende der Bohrspindel bis an das Getrieberad w gekommen, so wird das Klemmfutter gelöst, die Bohrspindel, event. nachdem ein neues Stück Gestänge auf-

gesetzt ist, hochgeschoben, das Klemmfutter wieder mit dem Gestänge verschraubt und das Bohren fortgesetzt. Die Wasserspülung, in Fig. 1 Taf. VII für drehendes Bohren mit der Schappe angedeutet, erfolgt mittels der, an der Umtriebsmaschine angeschlossenen Pumpe *P*, das Rohr *R*, das Standrohr *S* und den Spritzenschlauch *T*. Beim stoßenden Bohren und beim Bohren mit Diamanten wird der Spritzenschlauch am oberen Ende des hohlen Bohrgestänges angeschlossen.

Auch zum Abreißen der beim Diamantbohren stehen bleibenden Kerne hat Köbrich nach dem Vorgange der American Diamond-Rock-Boring Company eine sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen. Im Innern der Bohrkronen liegt ein nach oben stärker werdender loser, an einer Stelle aufgeschlitzter Stahlring δ_1 , siehe Fig. 203 und 204. An der inneren Fläche desselben befinden sich mehrere mit Diamanten c_1 besetzte Vorsprünge. Sobald die Bohrkronen angehoben wird, klemmt sich der Stahlring fest, die Diamanten dringen in den Kern hinein, der letztere wird bei einiger Kraftanwendung abgerissen und gleichzeitig mit der Bohrkronen zu Tage gebracht.



Fig. 203 204.
Ring zum Abreißen des
Bohrkernes.

Innerhalb 6 Tagen mit 100 Stunden wirklicher Bohrzeit wurde ein Bohrloch zunächst mit der Schappe auf 26 m Tiefe niedergebracht, in ferneren 20 Tagen in 338 Stunden wirklichen Bohrzeit mit dem Hohlfreifallapparat weitere 42 m, endlich in 5 Monaten und 12 Tagen mit 1414 wirklichen Bohrstunden mittels Diamantbohren auf 1100 m vertieft¹⁾.

Die gesamten Kosten der Anlage betragen nach einem Prospekte der Maschinenfabrik und Kesselschmiede von R. Wolf in Buckau bei Magdeburg rund 22000 M.

§ 80. **Noth'sches Verfahren.** — Noth hat ein Bohrverfahren mit Wasserspülung und Seil in Vorschlag gebracht²⁾. Das letztere ist ein starker wasserdichter Hanfschlauch, dessen unteres Ende mit irgend einem hohlen Freifallapparate verbunden wird. In das untere Ende des Bohrstückes sind Kreuzmeißelschneiden eingesteckt und durch Keile befestigt. Außerdem sind an der Peripherie des Bohrkopfes sogenannte Reaktionsrinnen eingearbeitet, welche aber durch einen übergeschobenen Blechcylinder bedeckt werden.

Zwischen den Kreuzmeißelschneiden befinden sich, wie bei Köbrich, vier Öffnungen zum Ausströmen des durch das »hohle Seil« eingepreßten Wassers. Da zwischen dem blechernen Mantelrohre und der Bohrlochwand nur wenig Raum bleibt, so ist der Bohrschlamm bei dem raschen Nieder-

¹⁾ Wolf in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 693.

²⁾ Österr. Ztschr. 1874. S. 421. — Dinger's polyt. Journ. 1875. Bd. 216. S. 122.

fallen des Untergestänges gezwungen, durch die Reaktionsrinnen und das Innere des Mantels hindurch auszutreten, wobei gleichzeitig eine Drehung des fallenden Meißels in einem der Windung der Rinnen entgegengesetzten Sinne erreicht wird, ohne daß das hohle Seil an der Drehung teilnimmt.

Im Anschlusse hieran ist die interessante und neue Herstellung eines hohlen Drahtseiles von Felten und Guilleaume in Karlswerk bei Köln zu erwähnen. Dieses Seil dürfte eine größere Garantie für die Haltbarkeit bieten, als die oben erwähnten Hanfschläuche.

Ein solches hohles Bohrseil würde der stoßenden Bohrmethode die höchste Vollkommenheit gewähren, besonders wenn man gleichzeitig eine selbstthätige Freifallschere anwendet, da Seil-, Wasserspül- und Freifallbohrung vereinigt wären ¹⁾.

§ 84. Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktien-Gesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz a. Rh. ²⁾, Fig. 4, Taf. I, zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Er ist für Tiefen bis 400 m, sowie für mildes Gebirge bestimmt und besteht zunächst aus einem stabilen dreibeinigen Bohrergerüste *a*, welches ebenso wie die beiden Querverbindungen *b* und *c* aus Gasröhren oder π Eisen gefertigt ist.

Der Bohrschwengel *d* besteht aus einer massiven Eisenstange, welche am Kraftarm einen Druckbaum und am (kleineren) Lastarm eine Gabel trägt. Letztere greift unter eine Scheibe *e* und ein kurzes Rohrstück *f*, über welchem der Krückel *g* mittels der Schraube *h* an das Röhrengestänge angeschraubt wird. Der Krückel bietet daher indirekt den Angriffspunkt für die Gabel, da das Rohrstück und die Scheibe nur eingeschaltet sind, damit die Hand des Krückelführers beim Drehen nicht den Bohrschwengel streift. Beim Niedergange des Gestänges wird der Krückel von Zeit zu Zeit abgenommen und etwas höher wieder angelegt. Der Schwengelbock *i* besteht aus eisernen Schienen.

Der Bohrtäucher *k* ist so hoch, daß auch bei der Abwärtsbewegung des Gestänges das Spülwasser nicht über demselben abfließen kann, sondern durch den seitlichen Ausguß in den Blechkasten *l* tritt, woselbst sich der Bohrschlamm absetzt und das einigermaßen geklärte Wasser von der Pumpe *m* wieder aufgenommen werden und dem Hohlgestänge zugeführt werden kann. Das Gestänge be-

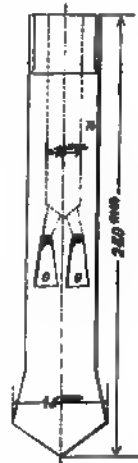


Fig. 205. Bohrmelßel zum Bohrapparat von Humboldt (Akt.-Ges.).

Fig. 206.

1) Tecklenburg in Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. S. 245.

2) A. Fauck, Fortschr. in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885. S. 35.

steht aus gewöhnlichen Gasröhren, welche durch konisch abgedrehte Muffen verbunden werden.

Der Bohrmeißel *n*, Fig. 205 und 206, hat zwei unter stumpfem Winkel angeordnete Schneiden — eine Neuerung, welche in mildem Gebirge wegen des Zentrierens Vorteile bietet; in festem Gestein dürfte sie sich nicht bewähren (vergl. S. 49). Sein Schaft ist hohl und besitzt zwei seitliche Öffnungen *o* für den Austritt des Spülwassers.

Der Schlauchanschluß *p* hat zwei krückelartige Hebelarme *q* zum Auf- und Abschrauben, beziehungsweise zum Lockern und Anziehen, so daß man das Anlegen eines besonderen Schlüssels erspart. Über dem Schlauchanschlusse ist noch ein Stück Rohr mit Bogenstück angebracht und an diesem erst der Gummischlauch befestigt. Dadurch, daß man das Bogenstück an das über die Seilrolle gehende Bohrseil anhängt und mit dem Niedergange des Bohrers sinken läßt, dasselbe ferner verhindert, an der Drehung des Gestänges teilzunehmen, wird der Gummischlauch vor einer schnellen Abnutzung durch Einknicken wesentlich geschützt.

Kapitel V.

Allgemeines über Tiefbohrbetrieb.

§ 82. Buchführung und Bohrproben. — Zur Kontrolle der Bohrarbeit und damit die gewonnenen Resultate erhalten bleiben, müssen Bohrtabellen oder Bohrregister geführt werden, aus denen mindestens die Anzahl der Arbeitsschichten, die Leistung pro Schicht, die durchbohrten Gesteinsarten, sowie die durch Unfälle veranlaßte Arbeit und die dabei aufgewendete Zeit hervorgehen.

Bei den Bohrungen, welche von seiten des preußischen Staates ausgeführt werden, trägt man alles, was von Interesse sein kann, sorgfältig in Tabellen ein ¹⁾.

Unter Umständen ist bei jedem Löffeln der Bohrschmand genau zu untersuchen. Die ausgewaschenen Proben müssen numerirt, mit Angabe der Bohrlochtiefe, aus welcher sie stammen, bezeichnet und in Gestalt einer Sammlung aufbewahrt werden.

§ 83. Leistungen und Kosten. — Nach v. Seckendorff²⁾ müssen bei Anwendung von Menschenkraft 344 m in 6 Monaten gebohrt werden können. Rechnet man die Arbeitszeit von 6 Monaten zu 4320 Stunden, so würde die tägliche Leistung etwa 3,44 m betragen.

1) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 24, 25, 28, 31.

2) Ebenda. 1854. Bd. 1. S. 104.

Zu Rohr¹⁾ erforderte 4 m Bohrlochtiefe bei Anwendung des Fabianschen Freifallstückes 40 Std. 40 Min. reine Bohrzeit, sowie 44 Std. 23 Min. für Nebenarbeiten. Während der Bohrzeit wurden 2438 Schläge gemacht und 6,20 Mark Löhne verausgabt.

Eine sehr ausführliche Zusammenstellung der Kosten und Leistungen einer großen Anzahl von tieferen Bohrungen hat Tecklenburg²⁾ veröffentlicht. Einige von ihnen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

O r t	Art des Bohrens	Tiefe	G e s t e i n	Durchmesser		Durchschnittl. Leistung i. 24 St.		Kosten für das laufend. Meter Mark
		in m		oben	unten mm	inkl. Nebenarbeiten.	exkl. Nebenarbeiten.	
						m		
Villefranche d'Alliers . .	Diamantboh-ren	740,7	Steinkohlen-gebirge	225	75	4,8	5,4	—
Liebau in Schlesien . .	-	500,0	-	475	75	3,6	7,4	—
			Buntsandstein, Rotliegendes, Quarzit, Kalk, Glimmerschief., Diorit, Granit	240	100	7,2	—	356,80
Rheinfelden bei Basel ³⁾	-	426,6	—	475	75	5,2	—	—
Aschersleben	-	303,0						
Purmallen ⁴⁾	Zobel-Köbrich	303,23	Schwimmendes u. festes Gebirge Sand (schwimmend u. fest)	485	84	2,958	—	93,65
Luckow in Schles. ⁵⁾ . .	Fauk	220,0	Kalk	270	95	4,5	—	26,0
Diedenhofen Goslar ⁶⁾ . . .	Przibilla	180		450	75	2,8	—	60,0
	Gestänge mit Fabianschem Freifallstück	329,78	Goslarer Schiefer mit Quarz	234	182	2,0	—	70,75
Pennsylvania	Dampf-Seil-bohren	500,0	—	460	405	43,0	—	24,75
Utphe in Ob.-Hessen . . .	Fauvelle	67,3	Thon	60	60	22,5	—	0,56
Sperenberg b. Berlin . .	Gestänge mit Zobel's F.-App.	4303	Gips, Anhydrit u. Steinsalz	380	340	(4,25 ⁵⁾ (4,54 ⁶⁾	—	440,0

Die große Verschiedenheit in den Leistungen und Kosten ist nicht allein im Systeme, sondern in erster Linie in der Beschaffenheit des Gesteines und in der Bohrlochtiefe begründet. Das Diamantbohren hat für festes Gestein die höchsten Leistungen, aber auch bei weitem die größten Kosten aufzuweisen.

Nach Professor Rochelt⁷⁾ rechnet man auf 4,7 m Bohrlochtiefe den Verlust eines Diamanten und hat inkl. der Förderarbeiten, welche bei 344 m

1) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 3.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1884. S. 345; 1882. S. 9—11, 32—34, 457.

3) Näheres siehe Leo Strippelmann, Bohrtechnik. S. 406.

4) Vergl. § 79.

5) Handbohrung.

6) Maschinenbohrung.

7) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 200.

etwa 3 Stunden erfordern, in festem Sandsteine eine Leistung von 4,7 m in 6 Stunden.

§ 84. **Zeitaufwand beim Einlassen und Aufholen der Gestänge.** — In Schöningen¹⁾ wurden bei 628 m Tiefe zum Einlassen 1 Stunde, zum Aufholen 1 1/2 Stunden gebraucht.

In Rohr²⁾ betrug die Geschwindigkeit bei derselben Arbeit und bei Anwendung von Maschinenkraft 392 cm pro Sekunde.

Nach Beer³⁾ ist die durchschnittliche Geschwindigkeit einschließlich des An- und Abschraubens 190—280 cm pro Sekunde.

Zum Vergleiche sei hier wiederholt, daß bei dem amerikanischen Seilbohren bei 300 m Tiefe das Aufholen des Meißels 1 Minute, das Einlassen nur 1/2 Minute beansprucht.

§ 85. **Wahl der Bohrmethoden.**⁴⁾ — Im Allgemeinen gelten folgende Regeln für die zu wählenden Bohrmethoden:

- a. Für ganz mildes, jedoch ziemlich gut stehendes Gebirge und 100 bis 200 m Tiefe: Kleiner Durchmesser, drehender Bohrer am Gestänge.
- b. Für dasselbe Gebirge und grössere Tiefen bei kleinem Durchmesser: Fauvelle'sche Stoßbohrung mit Wasserspülung.
- c. Für sandig-thoniges Gebirge mit ganz lockerem Gefüge ist die vereinigte drehende und stoßende Wasserspülbohrung mit Nachpressung der Verrohrung angezeigt.
- d. Für milde und mittelharte gut stehende Gebirgsarten ist die Rutschschere mit Seil und Holzgestänge (kanadische Bohrmethode) bei mäßigem Durchmesser anwendbar.
- e. Bei mittelhartem und sehr hartem Gestein und bei mäßigem Durchmesser ist die Diamantbohrung angezeigt.
- f. Für größere Bohrlöcher und wechselndes Gestein ist der Freifallbohrer in seinen verschiedenen Ausrüstungen zu benutzen, und zwar:
 1. Für Handbohrung der gewöhnliche Fabiansche Freifallbohrer.
 2. Für Dampftrieb am zweckmäßigsten ein selbstthätiger Freifallbohrer mit hohem Abfall für große Durchmesser.
 3. Für kleine Durchmesser und Dampftrieb die Fabian'sche Freifallschere mit Prellung des Bohrschwengels.

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 92.

2) Ebenda. 1859. Bd. 7. S. 44.

3) Beer, Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 174.

4) A. Fauck, Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885. S. 9.

Anhang.

Herstellung von Bohrlöchern für verschiedene Zwecke des Bergbaubetriebes.

§ 86. **Lösung alter Grubenbaue.** — Alte verlassene Grubenbaue sind gewöhnlich mit Wasser und bösen Wettern erfüllt, so daß es gefährlich ist, direkt in dieselben einzuschlagen. Hat man von dem Vorhandensein derartiger alter Baue keine Kenntniß durch Grubenrisse, so kann man dasselbe vermuten, wenn sich die Zuflüsse vermehren, in feinen Strahlen oder Nebeln hervortreten, sowie fauligen Geruch und Geschmack zeigen.

Um das plötzliche Einschlagen in alte Baue zu vermeiden, muß man vorbohren. Die Richtung der Bohrlöcher hängt davon ab, in welcher Gegend man die alten Baue vermutet.

Nach einer Polizeiverordnung des früheren Bergamtes in Düren vom 15. April 1835 und der den Revierbeamten gegebenen Instruktion vom 15. Juni 1836¹⁾ dürfen die Bohrer zum Vorbohren nicht über 39 mm Meißelbreite haben; in der Kohle muß 4,7, im Gestein 4—4,5 m gebohrt werden. Außerdem dürfen die Bohrlöcher nicht vollständig abgebaut werden, dieselben müssen vielmehr stets in einer Länge von 4 m voraus sein.

Am einfachsten stellt man die Bohrlöcher durch Schlagen mit Fäusteln (zwei- und dreimännisch) her. Außerdem verwendet man zum Schlagen Rammen, welche an Ketten unter der Firste aufgehängt sind. Geht das Bohrloch seiger aufwärts, so erfolgt das Zurückziehen des Bohrs durch Haspel oder durch direktes Angreifen der Arbeiter an Seilen, während der Vorstoß durch ein Fallgewicht bewirkt wird, dessen Seil über Rollen geführt ist (Fig. 207).

In den Braunkohlengruben bei Halle a. d. S. bohrt man derartige Firstenbohrlöcher stoßend mit Handschwengel, an dessen Lastarm das Bohrgestänge in einer eisernen Pfanne ruht. Man bohrte in dieser Weise mit 4 Bohrmeister und 2 Mann in der 12 stündigen Schicht 14—16 m.

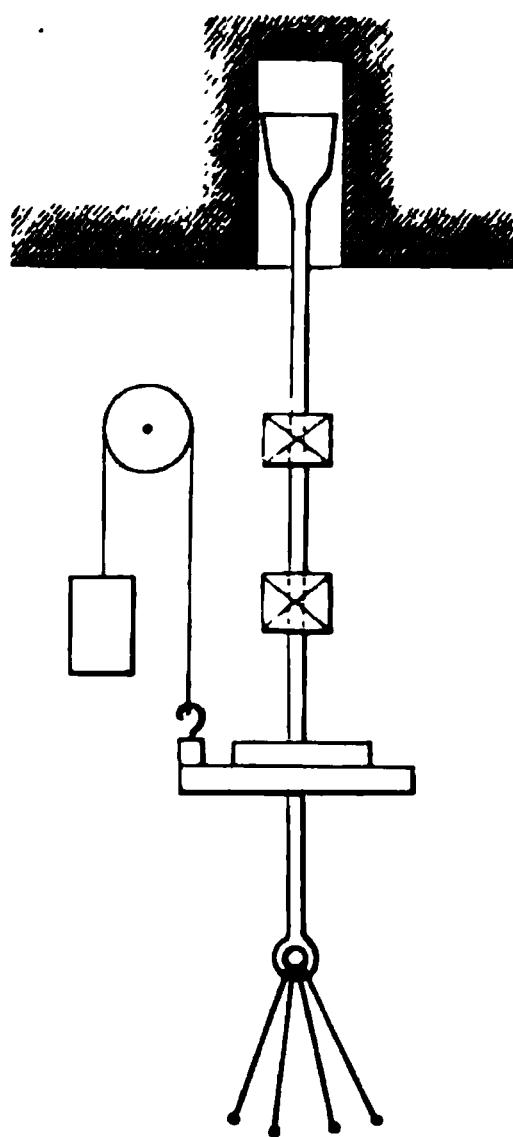


Fig. 207.
Vorrichtung zum Aufwärtsbohren.

¹⁾ Dr. Achenbach, Die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistriktes. Köln 1839. S. 92.

Bei den in vorstehend beschriebener Weise hergestellten Bohrlöchern dringt nach erfolgtem Durchschlage mit den alten Bauen das gestaute Wasser durch das Bohrloch und bringt durch das Zurückschleudern des Meißels, sowie durch die gleichzeitig hervorbrechenden oder aus den vordringenden Wassern frei werdenden bösen Wetter die Arbeiter in Gefahr. Man hat sich dagegen durch eingebaute Sicherheitsthüren zu schützen gesucht, welche den ersten Andrang aufnehmen, und demnächst von oben nach unten angebohrt werden, um die Wasser allmählich abzapfen zu können.

Fig. 208.

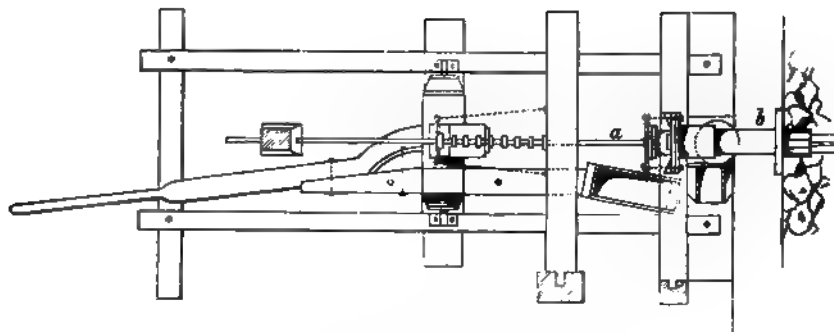


Fig. 209. Friedrich'sche Bohrmaschine.

Denselben Zweck verfolgt auch die von dem Maschinendirektor Friedrich in Clausthal konstruierte Harzer Maschine¹⁾. Die Bohrstange *a* (Fig. 208, 209) geht durch eine Röhre *b*, welche in das Gestein hineinragt, gut abgedichtet und fest verstrebt ist. Die Bohrstange hat an ihrem rückwärtigen Ende ringförmige Wulste und ruht in einer Gabel *c*, welche mit einem am hinteren Ende mit einem Gewichtskasten versehenen Hebel *d* in Verbindung steht. Außerdem hat die Bohrstange einen konischen Zapfen, welcher in

¹⁾ Héron de Villefosse, Mineralreichtum, deutsch von Hartmann. 1822. Bd. 2. S. 209.

einen eben solchen, in der Röhre δ angebrachten Sitz gedrängt wird und dadurch dem Wasser nach erfolgtem Durchschlage den Ausgang versperri.

Um jedoch das Wasser beliebig abzapfen zu können, befindet sich an dem Rohre δ ein Stutzen mit einem Ablaßrohre r und einem Hahnverschlusse.

Will man das Wasser von bösen Wettern reinigen, so leitet man es durch einen Kasten, welcher mit passenden Ingredienzien gefüllt ist.

§ 87. **Wetterbohrlöcher.** — In steil einfallenden Steinkohlenflötzen ist man beim Pfeilerabbau genötigt, die übereinander liegenden streichenden Strecken durch Aufhauen zu verbinden. Um die teure und wegen der darunterstehenden Arbeiter auch gefährliche Förderung der dabei fallenden Kohlen mit dem Haspel zu vermeiden, treibt man diese Aufhauen von unten nach oben.

Dabei entsteht aber eine neue Gefahr, wenn das Flötz schlagende Wetter enthält. Dieselben sammeln sich bei ihrer Leichtigkeit in solchen Aufhauen an und machen dieselben dadurch leicht zu Herden größerer Explosionen.

Um diesen Übelstand zu beseitigen, stellt man die Verbindung unter den Abbaustrecken durch Bohrlöcher bis zu 500 mm Durchmesser her¹⁾ und benutzt dazu auf den westfälischen Gruben die Apparate von Wegge und Pelzer, Munscheid, Gildemeister und Kamp, sowie von Hussmann.²⁾

Fig. 210. Bohrapparat von Wegge und Pelzer.

Da derartige Wetterbohrlöcher weit schneller und billiger herzustellen sind, als Überhauen, so kann man sie in kürzeren Entfernungen aufeinander folgen lassen, dadurch den Ortsbetrieben näher bringen und die Ventilation der letzteren verbessern. Durch Erweitern von oben nach unten kann man

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 235—238; 1880. Bd. 28. S. 237, 238.

²⁾ Ebenda. 1881. Bd. 29. S. 238.

außerdem derartige Wetterbohrlöcher leicht und gefahrlos als Fahrüberhauen einrichten.

§ 88. **Der Bohrapparat von Wegge und Pelzer** war der erste derartige Apparat. Derselbe besteht aus einem Gußstahlcylinder (Bohrkrone) *K* (Fig. 210) mit verzahnter Peripherie, in dessen Zentrum sich ein Schlangenbohrer *C* mit Konus *P* befindet. Die Bohrkrone wird an Bohrstangen befestigt, deren unterste eine Schraubenspindel ist. Dieselbe geht bei der neueren Konstruktion durch eine in der Strecke verlagerte Schraubenmutter hindurch, welche vermittelt eines Zahnrades und einer Kurbel gedreht wird. Indem dadurch die Schraubenspindel und die Bohrkrone gleichzeitig gedreht und nachgeschoben werden, bohrt die letztere einen Kern heraus, welcher aber durch den zentralen Schlangenbohrer und den nachfolgenden Konus fortwährend zersprengt wird und bei einem Einfallen des Flötzes von nicht unter 40° in Stücken aus dem Bohrloche herausfällt.

Ist eine Stange *S* abgebohrt, so wird sie an dem Dorne *b* mittelst einer Gabel abgefangen, die Schraubenspindel gelöst, zurückgezogen und eine neue Bohrstange eingesetzt.

Auf Zeche Julius Philipp bei Bochum wurden in einem Falle (in Gegenwart der Beamten) von 3 Mann in 3 Stunden 9 m gebohrt.

§ 89. Bohrapparat von Hussmann.

— Der Bohrer *e* dieser Maschine, siehe Fig. 211, ist nach Art einer vierarmigen Krone gebaut, deren oberer Rand mit 12 abwechselnd ein- und dreischneidigen Bohrmeißeln *g* besetzt und ebenfalls im Innern mit einem Teilungsbohrer *f* versehen ist, der den anstehenden Kern der Kohle zerkleinert.

Dem Bohrer wird die drehende und zugleich fortschreitende Bewegung vermittelt des folgenden Mechanismus erteilt, welcher von dem Rahmen *h* aufgenommen wird, dessen obere Brücke *i* zur Führung des Gestänges *j* dient.

Durch die beiden Handkurbeln *k* wird die doppelgängige Schnecke *l* getrieben, welche in ein Schneckenrad unter dem Übersetzungsverhältnis 10 : 1 eingreift. Letzteres dreht

Fig. 211. Bohrapparat von Hussmann.

die Triebsschraube *n* mittelst eines eingesetzten Keiles, der in der Nut der Triebstange *n* sich so führt, daß diese sich frei durch das Schneckenrad hindurchbewegen kann. Die festgestellte Mutter *q* erteilt der Trieb-

schraube, welche Gewinde von 6 mm Steigung besitzt, zu der drehenden Bewegung noch eine fortschreitende.

Das schmiedeeiserne Hohlgestänge, auf welches der Bohrer *e* aufgeschraubt wird, ist nun durch die hohle Tribschraube *n* geführt und kann mit derselben durch den Stift *r* verbunden werden, zu welchem Zweck sowohl das Gestänge, als auch ein auf die Tribschraube aufgezogener Ring *s* durchbohrt ist.

Ist die Tribschraube *n* ausgedreht, so wird das Gestänge durch die Stellschraube *t* angehalten, durch Lösen und Drehen der Mutter *q* die Tribschraube gesenkt und von neuem mit dem Gestänge durch den Stift *r* verbunden, worauf nach Lösen der Stellschraube *t* das Bohren wieder beginnt.

Das Gestänge wird durch am unteren Ende anzuschraubende Stücke von 1 m Länge nachgeführt und ist alle 500 mm durchbohrt.

Bei Anwendung der Maschine wird der Rahmen derselben mit zwei Klemmschrauben auf zwei in der Richtung des zu bohrenden Loches angebrachten Hölzern befestigt.

Der Preis einer Maschine für Löcher von 325 mm beträgt in der Fabrik von R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele, einschl. 1 Bohrer, aber ohne das Gestänge, 375 Mark, ihr Gewicht ca. 448 kg.

Auf der Zeche ver. Bonifacius bei Gelsenkirchen wurden pro Schicht von 3—4 Mann 9—12 m gebohrt und betrugen die Kosten für 1 m 1 bis 1,3 Mark, so daß die Maschine im Vergleich zur Handarbeit nicht nur 66 $\frac{0}{10}$ billiger, sondern auch mit $1\frac{1}{12}$ Zeitersparnis arbeitet.

Ein weiterer Vorteil, den die Hussmannsche Maschine mit derjenigen von Wegge und Pelzer gemeinsam hat, ist der, daß sie, weil sie nicht die ganze Bohrlochfläche bearbeitet, nur $\frac{1}{3}$ Staub und $\frac{2}{3}$ Grobkohle liefert, was für die Gesundheit der Arbeiter ins Gewicht fällt.

§ 90. **Der Bohrapparat von Munscheid** auf Zeche Friedlicher Nachbar bei Bochum unterscheidet sich von dem vorigen zunächst dadurch, daß die Bohrkrone keinen Kern ausbohrt, sondern das ganze Bohrort bearbeitet, sowie dadurch, daß das Vorrücken des Bohrers durch eine Feder bewirkt wird, welche man zu diesem Zwecke zu spannen hat.

Der Apparat erfordert zur Bedienung 3 Mann, welche bei mäßiger Anstrengung ein auch als Fahrrolle zu benutzendes Bohrloch von 7—10 m Höhe und 48 cm Weite in 4 Schicht fertig stellen.

§. 91. **Bohrapparat von Gildemeister und Kamp.**

— Die Gestalt des Bohrkopfes *d* ist durch Fig. 212 und 213 in vergrößertem Maßstabe dargestellt. Derselbe ist auf eine Stange *C* (Fig. 214) geschraubt,

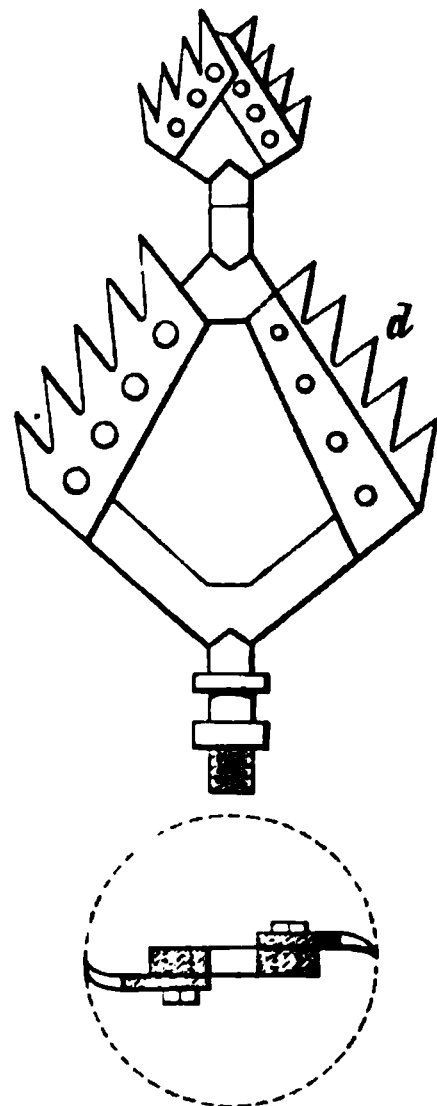


Fig. 212, 213.
Bohrkopf des Apparates von
Gildemeister und Kamp.

welche auf einer, in der Federbüchse *B* (Fig. 214) befindlichen Scheibe und mit dieser auf einer Spiralfeder steht.

Die im Hauptrohre *A* (Fig. 214) gleitende Federbüchse wird durch Anziehen eines an *b* angelegten Schraubenschlüssels, sowie durch Aufwickeln der bei *k* befestigten, über die Rollen *a* und *c* gehenden Kette gehoben, dadurch die Spiralfeder gespannt und der Bohrer vorgedrückt. Die Sperrklinke *k* verhindert den Rückgang der Kette, die Rolle *a* hat ihren Drehpunkt im unteren Teile der Federbüchse und bewegt sich in einem Schlitz des Hauptrohres *A*.

Fig. 214. Bohraparat von Gildemeister und Kamp.

Die genutete Stange *c* dreht sich mit der im Hauptrohre beweglichen Nuß *e*, so daß der Bohrer durch Drehung an den Händeln *f* eine entsprechende Bewegung erhält. Ist der Bohrer um die Länge einer Bohrstange (400 bis 500 mm) vorangeschritten, dann unterfährt man die unterste Bohrstange mit der Gabel *g*, wie es durch punktierte Linien angedeutet ist, läßt den Flaschenzug nach Lüftung der Klinke *k* zurückgleiten, zieht die Händel *f* ab und löst durch Drehung der Nuß *e* von rechts nach links die Stange *C* (Königsstange) vom Gestänge. Die letztere gleitet alsdann ebenfalls zurück und gestattet

das Einsetzen einer neuen Stange. Nach Zurücklegen der Gabel *g* und Wiederanlegen der hohlen Händel *f* kann mit dem Anziehen des Flaschenzuges das Bohren wieder beginnen. Die Schleife *S* gestattet es, dem Bohrer jede beliebige Richtung zu geben.

Um in flach fallenden Flötzen das Herausfordern des Bohrmehles zu bewirken, bringen Gildemeister und Kamp an dem Bohrgestänge eine Schnecke an.

Auf Zeche Westfalia bei Dortmund hat man mit einem Schlüsselmeister und 3 Mann in der achtstündigen Schicht 9—11 m starke Pfeiler durchbohrt.

Im allgemeinen variierte die Bohrzeit für 10,80 m Höhe und 250 mm Weite inkl. Aufstellung und Abrüstung des Bohrapparates zwischen 7 und 12 Stunden.

§ 92. Horizontale Bohrlöcher zur Untersuchung von Lagerstätten. — Die »Schlesischen Kohlen- und Kokswerke« haben auf ihren Gruben bei Gottesberg in Niederschlesien schon seit einigen Jahren zur Untersuchung unbekannter, ziemlich steil aufgerichteter Flötzablagerungen mit gutem Erfolge horizontale Bohrlöcher von 45 mm Durchmesser an Stelle der teuren Untersuchungsquerschläge angewendet¹⁾. Man bedient sich dazu einer Rootachen Diamantbohrmaschine, wie solche zu Malapane gebaut werden. Im Jahre 1884 wurde damit ein Bohrloch ins Liegende von 223,27 m Länge in 175 Arbeitstagen hergestellt, was nach Abrechnung der Nebenarbeiten pro Bohrtage einer Leistung von 1,43 m und mit Hinzurechnung derselben einer Leistung von 1,27 m entspricht. Ein anderes Bohrloch, welches ins Hangende gebohrt wurde, ergab pro Arbeitstag eine Leistung von 2,37 m. Die Kosten beliefen sich auf 40 Mark für 1 m.

Fig. 215. Federbohrer.

In der Grube Silver Islet (Michigan) am Obernsee in den Vereinigten Staaten hat man mit Diamantbohrmaschinen und Bohrlöchern von 70—80 m Länge eine umfassende Untersuchung der Erzführung des Ganges unternommen.²⁾ Die Maximalleistung war 9 m pro Tag, die Gesamtlänge der Bohrungen in 6 Monaten 900 m.

1) Preuß. Ztschr. 1884. Bd. 32. S. 307.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 406.

Litteratur.

A. Drehendes Bohren in milden Gebirgsmassen.

Ottilliae. Das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der Preuß. Provinz Sachsen. Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7.

B. Stossendes Bohren mit Gestänge.

K. G. Kind. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.

A. Rost. Die deutsche Bergbohrschule. Thorn 1843.

Über den Kind'schen Freifallapparat: Dingler's polyt. Journal. 1845. Bd. 97. S. 310.
— 1845. Bd. 98. S. 166. — 1846. Bd. 100. S. 365.

Bergwerksfreund. Eisleben 1846. Bd. 10. S. 843.

Über den Fabian'schen Freifallapparat: Fabian in Karsten's Archiv. Neue Reihe. 1848. Bd. 22. S. 206—214. — Berggeist. Köln. 1866. No. 6.

v. Seckendorf. Die bei der Herzogl. Saline zu Schöningen im Herzogtum Braunschweig in den Jahren 1845—53 ausgeführten Tiefbohrungen nach Steinsalz.

Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1854. Bd. 4.

Degoussée und Laurent. Anwendung des Erd- und Bergbohrers. Quedlinburg 1856.

Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858.

J. L. Kleinschmidt in St. Louis. Die Gewinnung des Petroleums in Nordamerika. Berg- und Hüttenmännische Zeitung. 1866. S. 299.

Lippmann. Petit traité de sondage. Paris.

Kästner. Die Tiefbohrung in Sperenberg. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1872. Bd. 20. S. 286.

Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. Exposition universelle en 1878. Mit Atlas.

L. Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaues und der Eisenbahntechnik. 2. Aufl. Leipzig 1884.

Fauk. Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885.

Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. 1. Leipzig 1886.

C. Stossendes Bohren mit Seil.

K. W. Fromman. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesische Brunnen. Koblenz 1835.

Kegel. Über den Seilbohrapparat von Mather & Platt. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1873. Bd. 21.

Althans. Das Seilbohren in Nordamerika. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1877. Bd. 26.

D. Bohrverfahren mit Wasserspülung.

Nach Tecklenburg in Berg- und Hüttenm. Zeitung 1885. No. 4.

v. Seckendorf. Über die beim Gebirgsbohren vorkommenden Schlämmarbeiten und die Mittel, solche zu vervollkommen. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1862 B., S. 251.

v. Eicken. Über das Niederbringen von Bohrlöchern und Schächten mittels eines durch hohle Bohrgestänge geführten Wasserstroms. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preuß. Staate. 1865 B., S. 177.

- Über die Anwendung hohler Bohrgestänge. Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1866. S. 220.
- P. Jenson. Erdbohrverfahren mittels Wasser. The Engineer 1872. II. S. 438.
- Allens hydr. Bohrrapparat. Engineering 1873. I. S. 330.
- Serlo und Stölzel. Notiz über die Bohrungen mit Wasserspülung von der Aalborger Gesellschaft für Bohrung von Brunnen. Z. f. d. B.- H.- u. S.-W. im Pr. St. 1874 B. S. 36.
- Hydraulischer Patent-Freifallbohrer der ersten österreichischen Bohrgesellschaft. Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1874. S. 424.
- J. Noth, Hydraulischer Reactions-Freifallbohrer am Bohrschlauche m. continuierlichem Bohrschlammtrieb. Österr. Zeitschr. f. B.- u. H. 1874. S. 436, 447, 490, 499. — Dingler's polyt. Journ. 1875. Bd. 216. S. 422.
- Wagner. Bohrarbeiten mit hydraulischem Gestänge im schwimmenden Gebirge im Concessionsfelde Gemeinschaft bei Aachen. Z. f. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St. 1876 B. S. 4.
- Bohren von artesischen Brunnen mittels Wasserstrahls. B.- u. H. Ztg. 1876, S. 66. — Berggeist 1876. S. 77.
- Pieler. Neue Bohrmethode mit Wasserstrahl. Berggeist 1876. S. 245. — Zeitschr. deutscher Ingenieure. 20. S. 298. — Österr. Zeitschr. 1876. S. 256.
- Köbrich. Das Bohrverfahren mit Wasserspülung im schwimmenden und festen Gebirge und seine Anwendung zu Purmallen bei Memel. Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St. 1877 B. S. 285. — Freifallbohrer mit Wasserspülung. B. 294.
- Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina. Gewerbeblatt für das Großherzogthum Hessen. 1880. No. 22.
- Köbrich. Neues Freifallinstrument zum Bohren mit Wasserspülung im festen Gestein. Berg- u. H. Ztg. 1878. S. 2.
- C. v. Balzberg. Freifallapparat mit hydraulischer Transmission und Schlammtrieb. Österr. Zeitschr. 1878. S. 58.
- Köbrichs Hohlfreifallinstrument für Bohren mit Wasserspülung in festem Gestein. Dingl. 1878. Bd. 227. S. 457.
- Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge von C. Sachse. Dingl. Bd. 234. S. 282.
- Verbesserte Fauvelle'sche Bohrmethode. Berg- u. H. Ztg. 1884. S. 333.
- Tecklenburg. Übersicht der neueren Tiefbohrsysteme und ihre Stellung zu den älteren Methoden. Berg- u. H. Ztg. 1884. S. 385, 397.
- Hydraulischer Freifallbohrer von C. Hoppe. Berg- u. H. Ztg. 1884. S. 436.
- Brunnlechner. Über drehendes Bohren mit Schlammtrieb (65 cm Anfangsdurchmesser!). Österr. Zeitschr. 1882. No. 5. S. 54.
- P. van Dijk. Über Spülbohren (Aalborger Methode). Jaarboek v. h. Mijnwezen 44 (1882). Teil I. Techn. Abt. S. 5.
- A. Stoop. Der Pulsometer als Pumpe beim Spülbohren. Jaarboek v. h. Mijnwezen. 44 (1882). Teil I. Techn. Abt. S. 74.
- Drehender Bohrer mit Schlammtrieb. Zeitsch. d. V. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. Heft 10.
- Wolf. Über Tiefbohrungen. Zeitsch. d. V. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. Heft 12. S. 681. — Der Gesundheits-Ingenieur. 1882. 5. S. 517.
- Hydraulischer Freifallapparat zum Bohren von Tieflöchern. Der praktische Maschinen-Construkteur 1882. 15. S. 464.
- Tecklenburg. Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk für Tiefen bis zu 400 m. Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St. 1883 B. S. 345.
- Rotierender Erweiterungsbohrer mit Wasserspülung von Joseph Melichar in Zarnbeck bei Mährisch-Ostrau. D. R. P. Nr. 26 603 v. 6. Juli 1883. — Berg- u. H. Ztg. 1884. S. 466.
- A. Fauck. Selbstthätige Freifallschere mit Schlammtrieb durch Wasserspülung. Berg- u. H. Ztg. 1884. S. 535.

E. Das Diamantbohren.

- Über Leschot's Bôhrmaschine mit Diamantspitzen. *Revue universelle des mines*, Année 3. livr. Mai et Juin 1863.
- Diamantbohrmaschine. *Dingl.* 1870. S. 369.
- Bohrapparate von Leschot, Kolb u. A. *Dingl.* 1871. Bd. 198. S. 368.
- Broja. Über die Anwendung des Diamantröhrenbohrers in England. *Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St.* 1873 B. S. 283.
- O. J. Heinrich. Über Tiefbohren mit dem Diamantbohrer. *Engineering and Mining Journal* 1874. Vol. 18. S. 17.
- Derselbe. Der Diamantbohrer für Tiefbohrungen, verglichen mit anderen Bohrsystemen. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers* 1874. Vol. II. S. 244.
- Die erste Tiefbohrung mit Diamantröhrenbohrer in Österreich. *Österr. Zeitschr.* 1874. S. 383, 394. — *Berggeist* 1874. S. 551, 561, 613, 619.
- M. W. Sauvage. Note sur les appareils perforateurs à diamants aux États Unis. Paris 1875.
- Die Anwendung des Diamantbohrers zur Aufsuchung und Gewinnung. *Engineering and Mining Journal* 1875. Bd. 49. S. 4.
- Diamantbohrung auf der Grube Königin Louise in Oberschlesien (0,80 m obere Weite). *Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St.* 1875 B. S. 117.
- J. Noth. Über die beschränkte Anwendung und die Gebrechen der Erdbohrverfahren von Beaumont mit Diamanten und von Mather und Platt mittels Bandseil. *Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Ver. für Steiermark u. Kärnten* 1875. Jahrg. 7. S. 167, 247, 286.
- Derselbe. Erdbohrverfahren von Beaumont mit Diamanten und von Mather und Platt mittels Bandseilen. *Berg- u. H. Ztg.* 1876. S. 235, 259, 270.
- F. Rochelt. Über rotierendes Bohren im allgemeinen und speziell über das Diamant-Erdbohren. *Kärntner Zeitschr.* 1875. S. 186, 215.
- A. Lodin. Tiefbohrung bei Böhmischem-Brod. *Annales des mines* 1875. VII. Série. Tome 7. S. 479.
- H. Reich. Beschreibung der Diamantbohrung bei Böhmischem-Brod. *Dingl.* 1875. Bd. 217. S. 93. — *Berg- u. H. Jahrb.* 1875. Bd. 23. S. 302.
- H. Ott. Die erste Tiefbohrung mit dem Diamantröhrenbohrer in der Schweiz. *Österr. Zeitschr.* 1875. S. 481. — *Dingler* Bd. 219. S. 173.
- Die Rheinfelder Tiefbohrung auf Steinkohle. *Glückauf* 1875. No. 4.
- E. Dupont. Mitteilung über die Diamanttiefbohrung zu Rheinfelden im Aargau. *Annales des Mines* 1875. Tome 8. S. 154.
- Täglichsbeck. Gußstahlbohrgestänge für Diamantbohrmaschinen. *Berggeist* 1876. S. 237. — *Glückauf* 1876. No. 30.
- F. von Rziha. Die Diamant-Röhrenbohrung bei Böhmischem-Brod. *Zeitschr. des österr. Ing. u. Arch.-Ver.* I. Heft. 1876.
- A. Hellmann. Über Diamanttiefbohrung. *Berggeist* 1876. S. 43.
- O. Heinrich. Tiefbohrung mit dem Diamantbohrer. *American Min. Inst. Transact.* 1876. 3, S. 183.
- A. Dieck. Über Diamant-Gesteinsbohrungen. *Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im Pr. St.* 1876 B. S. 183. — *D. Bauztg.* 1876. S. 405.
- L. Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaues und der Eisenbahntechnik. Halle 1877.
- A. Fauck. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers, m. 10 lith. Taf. Leipzig 1877.
- Diamantbohrung bei Aschersleben. *Wochenschr. deutsch. Ing.* 1877. S. 109.
- L. A. Riley. Costs and Results of geological explorations with the Diamond Drill in the Anthracite Region of Pennsylvania. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, Vol. V. 1877.

- L. Ramdohr, Über Verwendung von Diamanten zu Tiefbohrapparaten. Zeitschr. deutsch. Ing. 1878. 22. S. 167.
- L. Strippelmann. Bohrmethode mit steifem Gestänge und Freifallstück und die Diamant-Röhrenbohrung. Bohrungen zu Malkowitz bei Schlan und auf dem Weyherfeld bei Rheinfelden. Kärntn. Zeitschr. 10 (1878). S. 3, 121.
- Derselbe. Die Fortschritte der Diamant-Bohrmethode bei Tiefbohrungen. Kärntn. Zeitschr. 1879. S. 141.
- Tiefbohrungen mit dem Diamantbohrsysteme ausgeführt von der Continental Diamond-Rock-Boring-Company, Limited, London. Österr. Zeitschr. 1879. No. 2.
- Helmhacker. Kosten und Resultate der Diamantbohrungen, nach L. A. Riley. Berg- u. H. Ztg. 1880. S. 119.
- Baure. Über das Diamantbohrverfahren bei der Tiefbohrung zu Neuville. Annal. d. mines 1880. VII. 46. S. 209.
- Bohrungen der Continental Diamond-Rock-Boring-Company, Limited, London. Leipzig 1880.
- R. Wolf. Vortrag über Tiefbohrungen. Z. d. V. deutsch. Ing. 1882. S. 681.
- Tecklenburg. Chronologisch geordnete Übersicht einer Anzahl Tiefbohrungen. Berg- u. H. Ztg. 1882. S. 9 u. 32.
- Derselbe. Notizen über Tiefbohrungen. Ebenda S. 455.
- Derselbe. Weitere Notizen über ausgeführte Tiefbohrungen. Ebenda S. 655.
- Derselbe. Der Diamantbohrer für Bohrlöcher bis zu 70 m Länge. Ebenda 1883. S. 183.
- Derselbe. Der große Diamantbohrer für artesische Brunnen der American Diamond-Rock-Boring-Company. Zeitschr. deutsch. Ing. 27 (1883). S. 518.
- M. C. Bullock. Manufacturing Co. 499 Lake Street in Chicago. Katalog (9) reich illustriert, Nachrichten und Zeichnungen über Diamantbohrmaschinen. Österr. Zeitschr. 1884. S. 568.
- Th. Tecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. II. Leipzig 1887.

Deutsche Reichspatente auf Vorrichtungen zum Tiefbohren.

- | | | | | |
|-----|----|-----|-------|---|
| Kl. | 5. | No. | 620. | Köbrich in Schönebeck. Freifallvorrichtung an Hohlbohrerp. |
| - | 5. | - | 827. | J. von Sparre in Dortmund. Freifallseilbohrer mit selbstthätiger Drehung des Meißels. |
| - | 5. | - | 2110. | K. Sachse in Orzesche. Gelenkverbindung mit konischer Hülsenkuppelung für Bohrgestänge zum Aufwinden ohne Auseinandernehmen des Gestänges. |
| - | 5. | - | 3548. | W. Stoz in Stuttgart. Bohrrapparat mit Hohlgestänge zum Betriebe mit Wasserspülung. |
| - | 5. | - | 3974. | H. Götze. Erdbohrer. |
| - | 5. | - | 5974. | K. Sachse in Orzesche. Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge. |
| - | 5. | - | 2943. | F. C. Bierlein in Lingolsheim. Klappenbohrer zum Bohren von Brunnen. |
| - | 5. | - | 4185. | Amador Villar y Castropol in Madrid. Rotations-Freifallbohrer mit Vorrichtung zum Erweitern des Bohrloches und automatischer Hubregulirung. |
| - | 5. | - | 5419. | H. Wegge und Friedrich Pelzer in Dortmund. Kombiniertes Kern- und Schlangenbohrer. |
| - | 5. | - | 6541. | H. Wegge und Friedrich Pelzer in Dortmund. Kombiniertes Kern- und Schlangenbohrer. |
| - | 5. | - | 7573. | Max Blumenreich in Berlin. Hydraulischer Erd- und Steinbohrer. |

- Kl. 5. No. 8407. **Johann Horst** auf Zeche Pluto in Wanne. Neuerungen an Kohlenhohlbohrern.
- 5. - 9092. **Otto Lentz** und **Richard Sorge** in Baku im Kaukasus. Erweiterungsbohrer für Bohrlöcher mit Futterröhren.
- 5. - 9394. **Max Blumenreich** in Berlin. Hydraulischer Bohraparat zur Herstellung von Bohrlöchern in Erde oder Gestein.
- 5. - 44499. **Heinrich Schumacher** in Köln. Neuerungen am Fabianschen Freifall-Instrumente zum Bohren mit Wasserspülung.
- 5. - 42076. **M. Schöner**t, **A. Wasserot** und **G. Rahts** in Freiberg i. S. Erdbohrverfahren mit Motorenordnung unmittelbar über dem Bohrwerkzeuge und der zum Betriebe angewandten Apparate.
- 5. - 44794. **C. Hoppe** in Berlin. Hydraulischer Erdbohrer.
- 5. - 45705. **A. von Wedell** in Kisin bei Unislaw. Erdbohrapparat für weiche Massen, einschließlich der Braunkohle.
- 5. - 48537. **G. L. Brückmann** in Dortmund. Neuerung an Tiefbohrvorrichtungen.
- 5. - 24344. **J. L. Piedboeuf** in Düsseldorf. Neuerungen an Bohrpumpen.
- 5. - 26493. **Th. Tecklenburg** in Darmstadt. Apparat zum Tiefbohren mit Wasserspülung.

(1885 — 1886.)

- 5. - 29739. **A. Fauck** in Kleczany (Galizien). Bohrschwengel-Einrichtung für das Bohren mit Gestänge.
- 47. - 30336. **Gebr. Eberhardt** in Ulm a. S. Gestängekuppelung für Erdbohrer.
- 5. - 30540. **Tecklenburg** in Darmstadt. Brunnenbohrapparat.
- 5. - 30603. **Tecklenburg** in Darmstadt. Handbohrapparat mit Wasserspülung.
- 5. - 34767. **Tecklenburg** in Darmstadt. Tiefbohrapparat.
- 5. - 34768. **Gebr. Becker** in Darmstadt. Bohrer zum Untersuchen der Bohrlochswände.
- 5. - 32882. **H. Herkendell** in Homberg a. Rh. Apparat zum Umsetzen des Bohrmeißels beim Seilbohren.
-

II. Abschnitt.

Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.

§ 1. **Erklärung.** — Unter Häuer- oder Gewinnungsarbeiten versteht man diejenigen bergmännischen Arbeiten, welche den Zweck haben, die Fossilien so weit aus ihrem natürlichen Zusammenhange zu lösen, daß sie der Förderung übergeben, d. h. behufs ihrer Nutzbarmachung zu Tage geschafft werden können.

Kapitel I.

Allgemeines und Gedinge.

§ 2. **Gewinnbarkeit, Spannung, Härte.** — Den größeren oder geringeren Widerstand, welchem man bei Ausübung der Gewinnungsarbeiten begegnet, nennt man Gewinnbarkeit. Dieselbe wird im wesentlichen von zwei Umständen, nämlich von der Spannung und von der Härte des Gesteins beeinflusst.

Spannung ist derjenige Widerstand, welchen ein Gebirgsstück vermöge des Zusammenhanges mit seiner Umgebung der Gewinnung, Härte dagegen derjenige Widerstand, welchen eine Gebirgsart dem Eindringen spitzer oder scharfer Gezähestücke entgegensetzt.

Während sich der letztere Widerstand in jedem kleinsten Stückchen zeigt, macht sich der erstere nur im Ganzen bemerklich.

Am klarsten wird der Unterschied bei der Sprengarbeit. Der Bohrmeißel hat die Härte, das Sprengmaterial die Spannung zu überwinden.

Die Spannung ist also am größten, wenn der Zusammenhang des zu gewinnenden Gebirgsstücks mit seiner Umgebung am vollkommensten ist, und umgekehrt; — dieselbe hängt somit ab:

1. von der Größe, Anzahl, Gestalt, sowie Lage und Richtung der freien Flächen des zu gewinnenden Gebirgsstückes;
2. von der Weite und Form der Grubenräume;
3. von der Zerklüftung und
4. von der Härte des Gesteins.

Freie Flächen sind diejenigen Begrenzungsflächen eines Gebirgsstückes, an denen dasselbe nicht mit dem umgebenden Gestein verwachsen ist. Es gehören hierhin also zunächst die dem Auge und der Hand zugänglichen Gesteinsflächen, z. B. der Ortsstoß. Sind die Flächen, welche den Ortsstoß zusammensetzen, bzw. das zu gewinnende Gebirgsstück umgeben, groß, sind sie ferner zahlreich und endlich eben, nicht rundlich, gewölbeartig und ineinander übergehend, so ist die Spannung gering.

Nach vorstehender Erläuterung kann man aber unter die freien Flächen auch die Schichtungsflächen, Schlechten oder Schlichten rechnen und wird es hiernach sofort klar, welchen Einfluß die Zerklüftung auf die Größe der Spannung haben muß.

Die Weite der Räume steht mit der Spannung in einem ähnlichen Zusammenhang, wie die Länge eines an beiden Enden eingemauerten Balkens zu seiner Bruchfestigkeit.

Die Form der Räume kommt insofern in Betracht, als man bei der Gewinnung von Gebirgsstücken aus Ecken eine große Spannung zu überwinden hat.

Der Begriff »Festigkeit« fällt nicht ganz mit Härte zusammen. Bei dem Worte Festigkeit hat man weniger ein beliebiges kleinstes, aus seinem natürlichen Zusammenhange gelöstes, oder gelöst gedachtes Gesteinsstück im Auge, sondern man meint damit den von Härte und Spannung gebildeten Widerstand, welchen das Gebirge im Ganzen der Gewinnung einzelner Teile entgegensetzt.

§ 3. Grade der Gewinnbarkeit. — Die jetzt noch gültige von Werner in Freiberg gewählte Einteilung der Fossilien nach ihrer Gewinnbarkeit in fünf Klassen ist:

1. Rollig.
2. Mild.
3. Gebräch (Schneidig).
4. Fest.
5. Höchstfest.

Rollig sind alle Fossilien, deren Teile wenig oder gar keinen natürlichen Zusammenhang unter sich haben, wie Sand, Gerölle, bereits gewonnene Fossilien, also Berge, Kohlen, Erze.

Mild bis Höchstfest sind alle Gebirgsarten, welche dem Eindringen spitzer oder scharfer Gezähstücke mehr oder weniger Widerstand entgegenzusetzen.

Milde Gebirgsarten sind Lehm und Thon, gewisse Kohlen u. s. w.

Gebräch oder schneidig sind Thonschiefer, Stein- und Braunkohlen u. s. w.

Fest: Sandstein, Grauwacke, Kalkstein u. s. w.

Höchstfest: Schwefelkies, Quarz, kieselige Konglomerate.

Von dem bei der Gewinnung entstehenden Widerstande hängt zunächst die Art und Wahl der Gewinnungsarbeiten, sowie der Gezähe, andererseits

aber auch die Stellung der Gedinge, d. h. desjenigen Preises ab, zu welchem man eine bestimmte Leistung von dem Arbeitsnehmer kauft.

§ 4. Stellung der Gedinge. ¹⁾ — Die Stellung der Gedinge gründet sich hauptsächlich auf zwei Faktoren:

1. auf das Lohn, welches ein Arbeiter pro Schicht verdienen soll;
2. auf die Leistung, welche unter den maßgebenden Umständen zu erzielen ist. Dabei sind hindernde Nebenumstände, wie matte Wetter, Wasserandrang u. s. w., gleichfalls zu berücksichtigen.

Das Arbeitslohn richtet sich im wesentlichen nach den Lebensbedingungen der betreffenden Gegend, in erster Linie nach den Preisen für Wohnung und Lebensmittel, sodann aber auch nach Angebot und Nachfrage.

Die Leistung soll nach der mittleren Tüchtigkeit des heimischen Arbeiters beurteilt werden. Es ist weder gerechtfertigt, einem außergewöhnlich tüchtigen und fleißigen Manne das normale Gedingegeld herabzusetzen, noch darf dasselbe für einen gering beanlagten Arbeiter erhöht werden.

Um an diesem Grundsatz aber auch wirklich festhalten zu können, sind mehrere Vorbedingungen erforderlich.

Zunächst muß für eine allmähliche und gründliche Anlernung der jüngeren Mannschaft gesorgt werden; es ist nicht zweckmäßig, eine Kameradschaft nur aus ungeübten Leuten zu bilden. Außerdem weist diese Rücksicht auf die Notwendigkeit hin, einen seßhaften Arbeiterstamm zu schaffen, zu welchem Zwecke man den Arbeitern Gelegenheit giebt, sich in der Nähe der Grube Haus und Hof zu erwerben, auch in jeder anderen Beziehung das leibliche und geistige Wohl der Arbeiter und ihrer Familien zu fördern bestrebt sein muß.

Sodann aber muß der Grubenbeamte die mittlere Leistungsfähigkeit der Arbeiter in den verschiedensten, durch die Gewinnbarkeit des Gesteins und durch etwaige Nebenumstände (starken Wasserandrang, matte Wetter u. s. w.) bedingten Verhältnissen mit Sicherheit beurteilen können, ebenso wie der Kaufmann imstande sein muß, sich durch Prüfung einer Ware ein richtiges Urteil über deren Wert zu bilden. Besitzt der Grubenbeamte diese Fähigkeit nicht und werden die Gedinge, wie es mitunter vorkommt, auf Grund von bereits geschehenen (Probe-) Leistungen geschlossen, dann kann der Grube durch die, naturgemäß ihren Vorteil verfolgenden Arbeiter großer Schaden bereitet werden, besonders in solchen Bergwerksrevieren, wo der Grad der Gewinnbarkeit des Gesteines häufig wechselt.

Auf manchen Gruben, u. a. auch in Saarbrücken, wird es den Arbeitern überlassen, die Gedinge zu stellen, indem man die letzteren an die mindestfordernde Kameradschaft vergiebt (Submission).

§ 5. Generalgedinge. — Unter Generalgedinge versteht man solche, die für größere Zeiträume, oder für größere Summen von Maß- oder Gewichtseinheiten abgeschlossen werden, z. B. für einen ganzen Querschlag, für den

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860. S. 367.

Abbau eines ganzen Pfeilers u. s. w. — ähnlich, wie einem Unternehmer der Bau eines fertigen Hauses oder einer Eisenbahn übertragen wird.

Es ist klar, daß bei einem solchen Gedinge der Arbeiter seine höchste Kraft einsetzen wird, da ihm das Gedinge nicht herabgesetzt werden kann.

Andererseits hat er als Unternehmer einer derartigen Arbeit ein gewisses Wagnis zu tragen. Es können im Gedinge unvorhergesehene Umstände eintreten, welche es dem Arbeiter längere Zeit hindurch unmöglich machen, den nötigen Lebensunterhalt zu verdienen. Da aber Arbeiter selten oder nie in der Lage sind, einen solchen Ausfall zu übertragen, so ist die gewöhnliche Konsequenz diejenige, daß am Gedinge zugelegt werden muß, — ein Abbrechen beim Eintreten besonders günstiger Umstände kann kaum vorkommen.

Es folgt daraus, daß Generalgedinge zwar nicht in allen Fällen, wohl aber da sehr zweckmäßig anzuwenden sind, wo man alle auf die Gewinnbarkeit einwirkenden Umstände für das ganze Gedinge mit möglichster Sicherheit beurteilen kann, wie beim Abbau von Kohlenpfeilern u. s. w.

§ 6. Prämiengedinge. — Prämiengedinge sind solche, bei denen das Gedinge nach einer Skala steigt. Entweder man zahlt nach Erreichung einer gewissen Leistung für alle Einheiten (Meter, Förderwagen u. s. w.) einen höheren Gedingesatz, oder man läßt den letzteren erst bei einer höheren Zahl von Einheiten eintreten, steigert ihn auch wohl von Meter zu Meter.

§ 7. Eilgedinge (Parforcegedinge) sind solche, bei denen die höchste Anstrengung der besten Arbeiter unter steter, zuverlässiger Aufsicht, dafür aber nur auf kurze Schichtdauer verlangt wird. Nach Ablauf derselben müssen frische Mannschaften bereit stehen und die Arbeit ohne jeden Aufenthalt mit derselben Anstrengung fortsetzen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zu allen Nebenarbeiten, z. B. Herbeischaffen der scharfen und Entfernen der verschlagenen Gezähe, Herrichten der Patronen bei Sprengarbeit, Zurückschaffen des gewonnenen Gebirges u. s. w., entweder besondere, aus dem Gedinge bezahlte Leute, oder die Gedingearbeiter selbst in der Weise anzustellen, daß aus jeder Schicht 4 Mann für die erste Hälfte der folgenden und ein anderer für die zweite Hälfte der vorhergehenden Schicht diese Nebenarbeiten besorgt. Da die Dauer derartiger Schichten nicht über 6, bei sehr eiligen, nassen oder durch schlechte Wetter behinderten Arbeiten nicht über 4 Stunden betragen darf, so haben diese Arbeiter, wenn die Reihe der Nebenarbeiten an sie kommt, im ganzen 9 bzw. 6 Stunden zu arbeiten.

§ 8. Massen- und Zollgedinge. — In Kohlengruben unterscheidet man Längen- oder Metergedinge, und Massen- oder Kohlengedinge. Jenes wird für Gesteinsarbeiten, dieses für Abbaue, beide zusammen für Streckenbetrieb in der Lagerstätte angewendet. Wollte man im letzteren Falle nur Massengedinge (bei welchem gewöhnlich 4 Förderwagen, seltener das Gewicht als Einheit genommen wird) geben, so würden die Arbeiter die Kohlen nicht nur vor Ort, sondern auch an verbotenen, überhaupt an solchen Punkten zu gewinnen suchen, wo es ihnen bequem scheint, also entweder dadurch, daß sie

die Strecken zu breit hauen, oder gar an solchen Stellen, wo die Kohle schon abgedrückt ist, also in Überhauen u. dergl. Bei reinem Längengedinge würde dagegen stets darauf zu achten sein, daß die Strecken nicht zu schmal aufgehauen werden.

Beim Abbau von Erzgängen sind Längen- oder Massengedinge weniger anwendbar, sei es, weil die Ausfüllung und Mächtigkeit der Gänge zu sehr wechselt, sei es, daß die zufälligen Einwirkungen auf die Gewinnbarkeit (z. B. bei starker Zerklüftung) sich einer genauen Beurteilung entziehen. Hat man überdies mit jüngeren, noch ungeübten Arbeitern zu thun, denen das selbstständige Ansetzen der Bohrlöcher noch nicht anvertraut werden kann, so empfiehlt sich zur Vermeidung der Schichtlohnsarbeit das Zollgedinge, bei welchem für einen gewissen Geldbetrag innerhalb einer bestimmten Schichtendauer eine gewisse Anzahl Bohrlöcher von vorgeschriebener Tiefe verlangt wird und wobei ferner die Grubenbeamten Ansatzpunkt und Richtung der Bohrlöcher anweisen.

§ 9. Stückkohलगedinge. — Lediglich Gedinge auf geförderte Stückkohlen zu geben, für die Kleinkohlen aber nichts zu vergüten, empfiehlt sich im allgemeinen nicht, denn einmal bleibt dabei zu viel Kleinkohle in der Grube, wodurch die Entstehung von Grubenbrand begünstigt wird, und außerdem entstehen in den Förderwagen, wenn sie lediglich mit Stückkohlen gefüllt sind, zu große Hohlräume, so daß beim Umladen in größere Transportgefäße leicht »Haldenminus« vorkommt. Man zieht es deshalb in der Regel vor, das Gedinge für Kohle allgemein festzusetzen, oder man giebt für Stückkohlen ein etwas höheres Gedinge, als für Kleinkohlen, so daß die Arbeiter an der Förderung der letzteren wenigstens etwas Interesse haben, dennoch aber ihr Augenmerk auf Erhöhung des Stückkohlenfalles richten müssen.

§ 10. Erlernen der Gedingestellung. — Häufige und sorgfältige Vergleiche verschiedener Gedinge verschaffen die Fähigkeit, ohne weiteres alle auf die Gewinnbarkeit einwirkenden Umstände richtig zu erkennen und danach das Gedinge in zutreffender Weise zu stellen. Der angehende Grubenbeamte ist auf andere Hilfsmittel angewiesen, um dasselbe Ziel zu erreichen.

Am einfachsten ist die Gedingestellung bei Arbeiten in Steinkohlenflötzen, schon deshalb, weil in einem und demselben Flötze selten wesentliche Veränderungen in der Gewinnbarkeit eintreten.

Wenn zwei Häuer in einer Schicht 4 m tief schrämen und die unterschränte Kohle hereinbänken können, ein Mann pro Schicht einschließlich aller Abgaben für Knappschaftskasse, Öl, Pulver u. s. w. 3,50 M. verdienen soll, so ist der Gedingepreis für 4 m = 7 M. Hiervon kann ein Teil als Metergedinge bleiben, der Rest als Kohलगedinge pro Förderwagen gegeben werden.

Muß noch Sohle oder Firste nachgenommen werden, so hat man bei Stellung des Metergedinges darauf Rücksicht zu nehmen.

Auch bei Gesteinsarbeiten in Steinkohlengruben ist das Stellen der Ge-

dinge meistens nicht sehr schwierig, denn in der Regel hat man, wie bei den Abteilungsquerschlägen, immer wieder mit denselben Gesteinsschichten zu thun und kann frühere Gedinge ohne weiteres zum Anhalt nehmen. Aber auch in Hauptquerschlägen, wo man die Gesteinsschichten vorher nicht kennt, ist der Wechsel in der Gewinnbarkeit, wenn nicht feste Konglomerate oder Schichtenstellung u. s. w. in Betracht kommen, selten ein großer, da man im wesentlichen nur mit zweierlei Gesteinsarten, Sandstein und Schiefer zu thun hat.

In den älteren Gebirgsformationen des Gangbergbaues ist dagegen der Wechsel in der Gewinnbarkeit des Gesteins ungleich häufiger und schroffer, in erster Linie im Ganggestein, aber auch im Nebengestein. Dasselbe ist durchschnittlich an und für sich fester, außerdem aber auch noch vielfach mit einem Netz von Quarz- und Kalkspathadern durchzogen.

Dazu kommt, daß man sich beim Gangbergbau — abweichend vom Flötzbergbau — selten innerhalb weniger, in ihrer Gewinnbarkeit bekannter Gesteinsschichten bewegt.

Die Stellung der Gedinge erfordert deshalb auch beim Gangbergbau eine weit größere Übung und ist im allgemeinen schwieriger als beim Flötzbergbau. Der mit der erforderlichen Erfahrung noch nicht ausgestattete, angehende Grubenbeamte kann in folgender, dem weiter oben angeführten Beispiel ganz entsprechenden Weise verfahren.

Zunächst wird das für ein Einbruchloch geeignete Geschick ausgesucht und sodann abgeschätzt, wie tief nach Abschießen desselben der Einbruch werden wird. Sodann ist zu ermitteln, mit wie viel Bohrlöchern dieser Einbruch auf die ganze Ortsfläche verbreitet werden kann und wie viele Bohrlöcher danach für 1 m Ortslänge erforderlich sein werden. Ist außerdem bekannt, wie viel Löcher 1 Mann pro Schicht bohren kann und wie viel er in derselben, inkl. aller Abzüge verdienen muß, so läßt sich das Gedinge leicht berechnen.

Ist z. B. die abgeschätzte Einbruchtiefe 20 cm, die Anzahl der Bohrlöcher für diesen Einbruch = 24, also diejenige für 1 m Ortslänge $\frac{100}{20} \cdot 24 = 120$, nimmt man ferner an, daß 1 Häuer pro 8stündige Schicht 4 Löcher bohrt, und inkl. aller Abzüge 3,50 M. verdienen soll, so ist der Preis pro 1 m =

$$\frac{120}{4} \cdot 3,50 = 105 \text{ M.}$$

Kann der Häuer bei großer Härte nur 3 Löcher pro Schicht bohren, so wird das Gedinge:

$$\frac{120}{3} \cdot 3,50 = 140 \text{ M.}$$

Bei einer Einbruchtiefe von 25 cm und einer Anzahl von 15 Bohrlöchern, also von $\frac{100}{25} \cdot 15 = 60$ für 1 m Ortslänge würde unter sonst gleichen Umständen der Gedinge Preis $\frac{60}{4} \cdot 3,50 = 52,50 \text{ M.}$ betragen.

Das richtige Abschätzen der Löcherzahl wird dem Ungeübten allerdings einige Schwierigkeiten bereiten, es muß jedoch vorausgesetzt werden, daß

jeder Grubenbeamte durch eigenes Handanlegen das Ansetzen der Bohrlöcher gründlich erlernt hat und somit auch die Schwierigkeiten beim Abschätzen der Löcherzahl bald überwindet.

Kapitel II.

Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.

§ 11. Einteilung. — Je nach der Gewinnbarkeit hat man für die Gewinnung der Fossilien folgende verschiedene Häuerarbeiten oder Gewinnungsarbeiten anzuwenden:

1. Wegfüllarbeit,
2. Keilhauenarbeit,
3. Arbeit mit Schlägel und Eisen,
4. Hereintreibearbeit,
5. Sprengarbeit,
6. Feuersetzen,
7. Arbeit mit Zuhilfenahme von Wasser.

1. Wegfüllarbeit.

§ 12. Anwendung. — Die Wegfüllarbeit wird bei rolligen Gebirgsmassen angewendet, bei denen nur ein geringer, oder gar kein Zusammenhang existiert — Sand, Seifenwerke, Gerölle, bereits gewonnene Erze, Kohlen, Berge u. s. w.

§ 13. Gezähe. — Die bei der Wegfüllarbeit nötigen Gezähe sind: Schaufel, Kratze und Trog, Kräle oder Kräl, Spaten.

Die Schaufel besteht aus Blatt und Stiel, das Blatt aus Eisen oder Stahl. Letzteres ist je nach örtlicher Gewohnheit und dem Zwecke der Schaufel eckig, zugespitzt oder abgerundet, eben oder muldenförmig gebogen, kleiner oder größer.

Am Blatte befindet sich das für die Aufnahme des Stiels bestimmte Schaufelöhr (Schaufeltülle), welches mittelst einer allmählich verlaufenden Rippe mit dem Blatte zusammengeschweißt ist. Das Öhr bezw. der runde Schaufelstiel stehen zum Blatte unter einem Winkel von ca. 40° , damit der Arbeiter in möglichst aufrechter Stellung arbeiten kann. Zu demselben Zwecke wendet man auch wohl gebogene Stiele an.

Die Kratze ist entweder eine Krückenkratze oder Spitzkratze. Die erstere (Fig. 216, 217) besteht aus einem trapezförmigen, etwas gebogenen Blatte von etwa $1\frac{3}{4}$ kg Gewicht, 26—40 cm unterer Länge und 10—20 cm Höhe. Das an dasselbe angeschweißte Öhr dient zur Aufnahme des Helms, welches halbrund ist, in der Mitte eine Nase und am Ende einen

»Haken« hat, um beiden Händen beim Anziehen einen festen Halt zu geben.

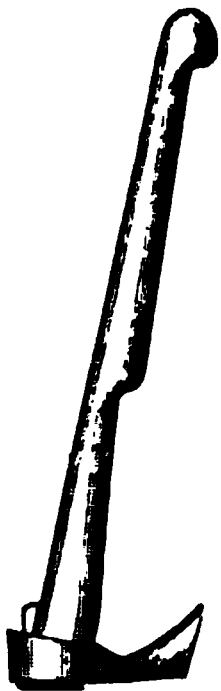


Fig. 216.

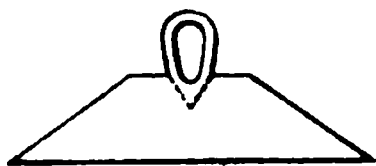


Fig. 217. Krückenkratze.

Wenn eine Kratze mit der Unterkante des Blattes auf einer ebenen Fläche steht, so ist das Blatt etwas nach hinten geneigt und das Helm hat eine aufrechte Stellung.

Das Arbeiten mit der Kratze geschieht in der Weise, daß man mit einer Spitze des Blattes von der Seite her in die rolligen Massen eindringt und dieselben in den Trog zieht.

Der Trog ist ein flach muldenförmiges Gefäß aus Holz oder Eisenblech, auch wohl aus Weidengeflecht (Schwinge). Je nach dem Gewichte der zu verarbeitenden Massen haben die Tröge verschiedene Größe.

Der Trog wird mit der Vorderkante etwas unter das rollige Gebirge geschoben und von dem Arbeiter so auf die Füße gelegt, daß die Vorderkante gerade auf dem Boden aufliegt. Die Arbeit mit Kratze und Trog ist zweckmäßiger, als diejenige mit der Schaufel, wenn die wegzufüllenden Massen nicht unmittelbar beim Fördergefäße liegen, oder durch weites Werfen mit der Schaufel zu sehr verkleinert werden würden; ferner in engen und niedrigen Räumen und besonders beim Einfüllen von grobem, rolligem Gebirge, welches nicht auf ebener Sohle liegt, bei welchem also das Eindringen der Schaufel in die Zwischenräume des Gebirges wegen der geraden Schneide des Schaufelblattes schwieriger ist, als mit den Spitzen der Kratze. In allen anderen Fällen ist die Schaufel vorzuziehen, weil die Arbeit mit derselben im allgemeinen bequemer ist.

In Wirklichkeit ist jedoch die lokale Gewohnheit auf die Wahl des einen oder anderen Gezähstückes von großem Einfluß, so daß man in vielen Bergwerksgegenden die Arbeit mit Kratze und Trog nur dem Namen nach kennt und die Schaufel durchweg anwendet.

Die Spitzkratze (mit einem herzförmigen Blatt) hat mehr den Zweck einer Rodehaue und wird lediglich über Tage zur Gewinnung von Ziegellehm und dergl. benutzt.

Die Kräle oder der Kräl ist ein mit kurzem, hölzernem Stiele versehener Rechen aus Schmiedeeisen mit starken Zinken, deren Zwischenräume im Durchschnitt etwa 4 cm betragen. Sie wird in Verbindung mit Trog oder Schwinge viel auf Kohlengruben gebraucht, wenn man mit der Schaufel zu weit werfen müßte, um den Förderwagen zu erreichen, oder wenn man größere Stücke aus dem Haufwerke herausholen will. Die Kleinkohle bleibt dabei zurück und wird für sich, eventuell mit der Schaufel verladen (Stückkohlengedinge).

Der Spaten findet fast nur bei Arbeiten über Tage Anwendung.

§ 14. **Leistungen.** — Die Leistungen bei der Wegfüllarbeit sind je nach der Natur der Massen und je nach Beschaffenheit der übrigen maßgebenden Umstände sehr verschieden.

Bei Erdarbeiten rechnet man, daß 1 Arbeiter mit der Schaufel in 10-stündiger Schicht 24 300 kg Erde auf eine mittlere Höhe von 1,6 m hebt.

Am Harz wird ein Treiben Gebirge (etwa 7 cbm) von 1 Mann innerhalb 3 Stunden mit Kratze und Trog weggefüllt.

2. Keilhauenarbeit.

A. Handarbeit.

§ 15. **Anwendung.** — Nur bei milden Gebirgsmassen wie Letten, Lehm, Raseneisenstein, Torf, Galmei, erdigen Braunkohlen und milden Steinkohlen, auch bei härteren Kohlen und schwachen Flötzen, wird die Keilhauenarbeit als selbständige Gewinnungsarbeit angewendet, im übrigen ist sie eine Hilfsarbeit, und zwar in ihrer wichtigsten Anwendung, dem Schrämen und Schlitzen, für die Hereintreibe- oder für die Sprengarbeit.

§ 16. **Gezähe.** — Die dabei nötigen Gezähe sind:

1. die Keilhaue in ihren verschiedenen Formen,
2. der Spitzhammer,
3. die Breit- oder Rodehaue,
4. der Schrämspieß.

§ 17. **Die Keilhaue.** — Die Keilhaue, in ihrer ursprünglichen Form jedenfalls eines der ältesten bergmännischen Gezähestücke, hat dreierlei Arten:

- a) die einfache Keilhaue,
- b) die doppelte Keilhaue,
- c) die Keilhaue mit Einsatzspitze oder Einsatzblatt.

Die einfache Keilhaue (Fig. 218) besteht aus Blatt, Spitze (Örtchen) und Auge. Das Blatt wird aus Eisen angefertigt und an der Spitze verstäht. Sein Querschnitt ist am zweckmäßigsten ein rechteckiger und die Form eine gebogene, derart, daß die durch das Blatt und das Örtchen gehende Schwerlinie mit einem Bogen zusammenfällt, dessen Mittelpunkt im Ellbogen des die Keilhaue führenden Arbeiters liegt; bei Nichtbefolgung dieser Regel giebt die Keilhaue Prellschläge. Nur diejenigen Keilhauen, welche zum Ausputzen der Ecken des Schrams dienen sollen, werden mit stumpfem oder rechtem Winkel zwischen Blatt und Helm hergestellt.

Das Örtchen darf nicht in eine Spitze ausgezogen sein, sondern muß eine Fläche von 4 mm Seite bilden, weil die Spitze sich sonst zu rasch abnutzen oder leicht abbrechen würde.

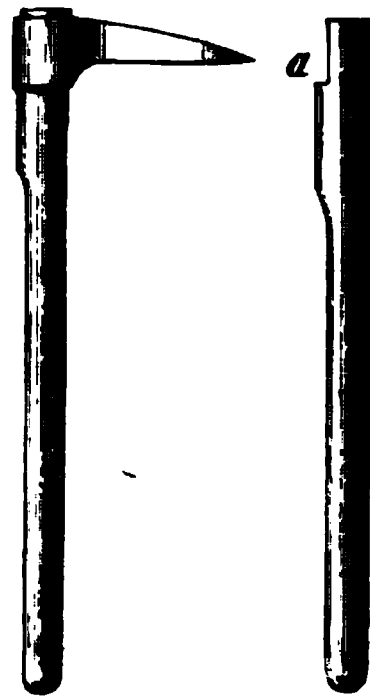


Fig. 218.

Fig. 219.

Einfache Keilhaue.

Das Gewicht einer einfachen Keilhaue beträgt etwa 2,75 kg, schwankt aber zwischen 0,6 — 4 kg. Die leichteren dienen zum Schrämen.

Einfache Keilhauen mit Doppelspitze, wie sie im saarbrücker Revier versuchsweise angewendet sind, haben sich für feste Kohle ebenso wenig bewährt, als solche mit einer kleinen querstehenden Schneide.

Das Auge oder Öhr der Keilhaue soll trapezförmig und unten abgerundet sein. Die Rückseite des Öhrs, der Nacken, wird durch eine aufgeschweißte Stahlplatte verstärkt, damit man sie zum Schlagen anwenden kann.

Das Helm besteht am besten aus Eschen- oder Weißbuchen-Holz, weil Rotbuche zu rasch brüchig wird und Eichenholz spröde ist, auch in der Hand brennt; seine Form ist oval, nur am vorderen Ende hat es diejenige des Auges und eine Verstärkung, welche zweckmäßig an der Nackenseite der Keilhaue angebracht ist. Dies ist besonders zweckmäßig, wenn die Keilhaue auch zum Losbrechen von Kohlenstücken gebraucht werden soll, weil sich dann der Absatz α (Fig. 219) gegen den Nacken der Keilhaue legt und das Abbrechen des Helms verhindert.

Die Befestigung des Helms in der Keilhaue, das »Bestecken« der letzteren, geschieht am einfachsten durch bloßes Einstecken ins Auge und Eintreiben von Keilen aus Holz oder Eisen ins Hirnholz. Bei Gesteins- und solchen Keilhauen, bei denen das Lösen des Helms selten vorkommt, wendet man vielfach die Befestigung mit Federn aus Bandeisen an, welche mit durch das Auge gesteckt und am Helme durch Nägel oder Schrauben befestigt werden.

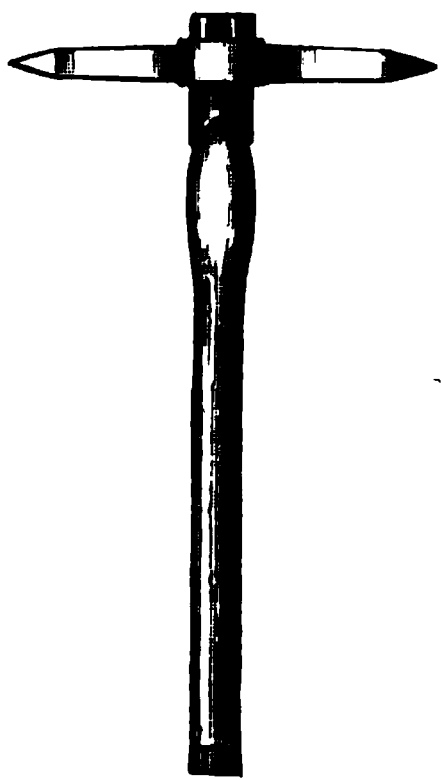


Fig. 220. Doppelkeilhaue.

Die Doppelkeilhaue (Fig. 220) hat auf jeder Seite des Helms ein Blatt, darf aber deshalb nicht viel schwerer sein, als eine einfache.

Die Vorteile der in England und Westfalen vielfach angewendeten Doppelkeilhauen bestehen darin, daß

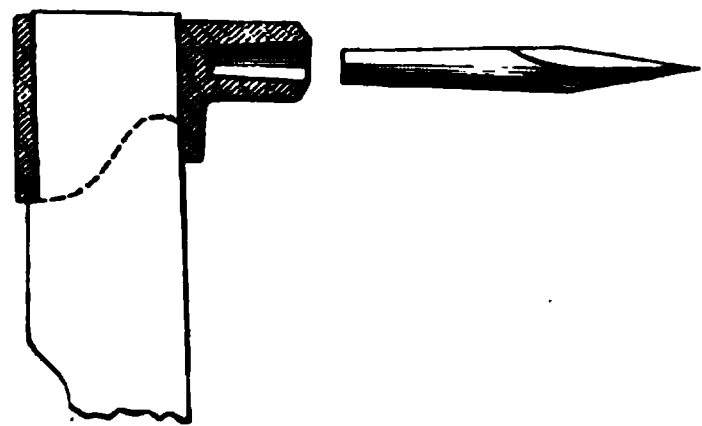


Fig. 221. Keilhaue mit Einsatzspitze.

1. Der Arbeiter beim Schrämen in flach liegenden Flötzen die Keilhaue wegen des Gleichgewichts auf beiden Seiten des Helms leichter schwebend erhalten kann, und

2. eine geringe Anzahl von Keilhauen zum Schärfen in die Schmiede zu transportieren ist.

Der letztere Vorteil ist seit Einführung der Keilhaue mit Einsatzspitzen weniger wichtig, auch ist als Nachteil der Doppelkeilhauen zu erwähnen, daß bei ihrer Handhabung die hintere Spitze leicht anschlägt.

Vielfach eingeführt sind in neuerer Zeit die einfachen Keilhauen mit Einsatzspitzen aus Gußstahl von etwa 45 cm Länge; das hintere Ende der Spitze ist konisch zugeführt und paßt in ein ebenso geformtes Loch im Blatt der Keilhaue (Fig. 221). Da sich die Spitzen beim Arbeiten fest eintreiben und oft schwer zu lösen sind, so hat man denselben auch wohl am hinteren Ende einen kleinen Zapfen gegeben, welcher zum Teil in ein durch das Blatt der Keilhaue gehendes Loch reicht. Ein in das letztere eingeschlagener kleiner Eisenkeil, welchen der Arbeiter stets bei sich führt, treibt die Spitze sehr leicht heraus.

Bei Anwendung dieser Keilhauen braucht der Arbeiter nur ein einziges Helm mit Blatt und hat nicht mehr, wie früher, ganze Bündel von Keilhauen, sondern nur die leicht zu transportierenden Spitzen in die Schmiede zu schaffen.

Jedoch haben die Keilhauen mit Einsatzspitzen den Nachteil, daß sie sich schwer nach dem bei den einfachen Keilhauen erwähnten Schwingungsbogen konstruieren lassen und deshalb prellen; auch kann man sie nicht zum Schlagen und Wuchten benutzen.

In Mansfeld sind Keilhauen in Gebrauch, bei welchen das ganze stählerne Blatt *d* eingesetzt wird (Fig. 222, 223). Das letztere hat am hinteren

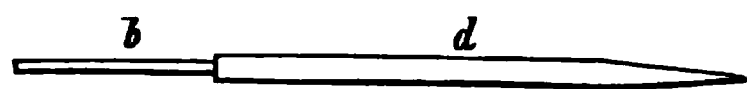


Fig. 222.

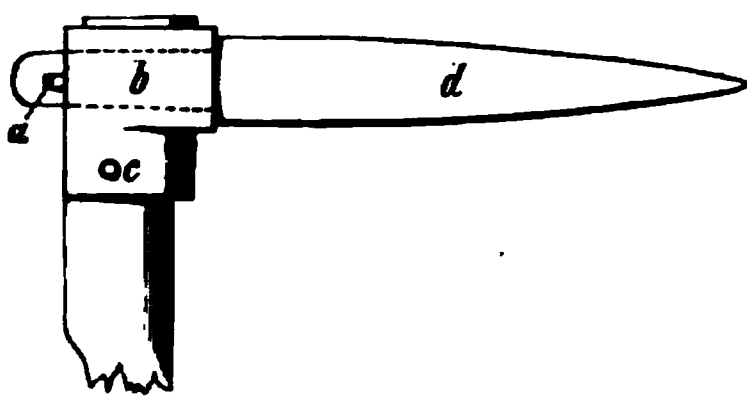


Fig. 223. Mansfelder Keilhaue.

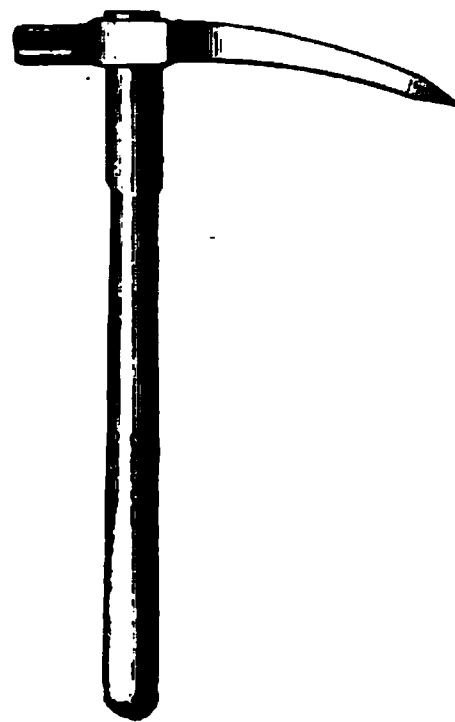


Fig. 224. Spitzhammer.

Ende einen Dorn *b*, mit welchem es durch ein am Helme befestigtes Kopfstück *c* aus schmiedbarem Gußeisen gesteckt wird. Die Befestigung geschieht lediglich durch die konische Form des Dornes, in welchem sich noch ein Ohr *a* zum Anfädeln der Blätter beim Transporte befindet.

Endlich ist noch die in Belgien gebrauchte Rivelaine zu erwähnen, eine an der Spitze wie eine Keilhaue umgebogene eiserne Stange von 1—2 m Länge mit hölzernem Griffe. Das Gewicht beträgt 2,5—2,75 kg.

Dieses Gezähestück wird in tiefen Schrämen benutzt, eignet sich aber nur für milde Kohlen und hat sich bei Versuchen in Saarbrücken nicht bewährt.

§ 18. **Der Spitzhammer** (Schrämhammer, Berghammer), auch vielfach bei der Hereintreibearbeit gebraucht (Fig. 224), ist eine Keilhaue mit einem hammerartigen Ansatz an der dem Blatte entgegengesetzten Seite, so daß er nicht allein als Winkelhebel zum Wuchten, sondern auch als Hammer zum Schlagen dient. Auch der Spitzhammer soll in derselben Weise gebogen sein, wie die Keilhaue.

Der beim Harzer Erzbergbau gebräuchliche Spitzhammer hat vom Örtchen bis zum Öhr 20—28 cm Länge, 3,3—4 cm Querschnitt nahe beim Öhr und $1\frac{1}{4}$ — $2\frac{1}{2}$ kg Gewicht; letzteres steigt in einzelnen Fällen bis zu $3\frac{1}{2}$ kg und darüber.

§ 19. **Breithaue (Rodehaue).** — Die Breit- oder Rodehaue ist gewissermaßen eine Keilhaue, welche nicht wie ein Spitzkeil, sondern mit einer quer gegen das Helm gerichteten Schneide in die zu gewinnenden Massen eindringt.

Außer zum Unterschrämen und Gewinnen erdiger Braunkohle und sonstiger weicher Massen wird die Breithaue bei Gewinnungsarbeiten nicht angewendet.

§ 20. **Der Schrämspieß.** — Der Schrämspieß ist eine Eisenstange von 2—2,3 cm Stärke und 78—160 cm Länge, hat eine verstärkte Spitze, dient zum Nacharbeiten der Ecken im Schrame und wird stoßend gebraucht, oder auch wohl mit dem Fäustel geschlagen.

§ 21. **Ausführung der Keilhauenarbeit.** — Der ursprüngliche Zweck der Keilhaue ist durch den Namen angedeutet. Man treibt durch Hauen einen Keil, und zwar in diesem Falle einen Spitzkeil, in die zu gewinnenden Massen und sucht dieselben dadurch in kleinen Parteen zu gewinnen.

Die wichtigste Anwendung der Keilhauen erfolgt beim Schrämen und Schlitzen (Kerben), d. i. das Herstellen eines möglichst engen und tiefen Einschnitts entweder parallel der Flötzebene (Schrämen), oder rechtwinklig dazu (Schlitzen oder Kerben).

Mit beiden Vorrichtungen bezweckt man die Erhöhung der Gewinnbarkeit durch Vermehrung der freien Flächen, oder Verminderung der Spannung — bzw. die Vermehrung des Stückkohlenfalls — für die nachfolgende Spreng- oder Hereintreibearbeit.

Bei harten Kohlen und großer Mächtigkeit muß und kann das Schrämen und Schlitzen häufig unterbleiben, weil die dadurch bedingte Erhöhung der Selbstkosten weder mit der Ersparung an Sprengmaterial, noch auch mit dem Mehrgewinn an Stückkohlen im Verhältnis steht.

Die Lage des Schrames ist keine bestimmte; im allgemeinen legt man ihn an eine solche Stelle, wo er am billigsten herzustellen ist und die Reinheit der Kohle am wenigsten beeinträchtigt, also z. B. in eine milde Schieferlage, mag dieselbe nahe am Liegenden sein oder nicht.

Was die Höhe und Tiefe des Schrames betrifft, so ist dabei vor allem die Haltbarkeit und die Härte der Massen von Einfluß. Je größer die Härte und je geringer die Haltbarkeit, um so weniger tief kann man schrämen. Die Keilhaue muß beim Schrämen mit ihrer Spitze immer etwas nach aufwärts gerichtet sein, damit der Schram nicht zuwächst.

Als besonders sorgfältig geführte Schrämarbeit ist diejenige beim Mansfelder Kupferschieferbergbau hervorzuheben. Hier sucht man den Schram in 20—30 cm Höhe zu führen; wird derselbe aber über 60 cm tief, so muß er vorn bis 50 cm nachgenommen werden.

Beim Steinkohlenbergbau hält man darauf, daß wo möglich pro Schicht 1 m tief geschrämt und in derselben oder in der folgenden Schicht das Unterschramte »hereingebänkt« wird.

B. Maschinenarbeit.¹⁾

§ 22. Allgemeines. — Die eben beschriebene Arbeit des Schrämens und Schlitzens ist eine mühevoll und bei harter Kohle auch kostspielige. Man ist deshalb schon lange bemüht gewesen, geeignete Maschinen für denselben Zweck zu konstruieren, bisher jedoch mit wenig Erfolg.

Die meisten der unten genannten Schrämmaschinen sind in England erfunden; dieselben passen nur für die auf weite Entfernung regelmäßige und flache Lagerung in den englischen Gruben, sind aber dennoch auch in England noch nicht betriebsmäßig eingeführt.

§ 23. Maschine von Turley. — Für die Schrämarbeit in Mansfeld schlug Turley eine Maschine vor, bei welcher Zähne die Peripherie einer Kreissäge von 130 cm Durchmesser bilden. Über derselben war ein Tangentialrad mit partieller seitlicher Beaufschlagung durch Wasser angeordnet²⁾. Die Maschine ist Projekt geblieben.

§ 24. Hurd und Simpson haben eine Maschine konstruiert, bei der ein Rad mit Schneiden an der Peripherie arbeitet. Die Maschine wird mit komprimierter Luft getrieben³⁾. Außerdem sind derartige Maschinen von Walker, Gillot und Copley⁴⁾ vorgeschlagen.

§ 25. Maschinen von William Baird & Co., Johnston, Farrar, Booth, Johnson und Dipon. — Bei diesen Maschinen befinden sich die Zähne in einer Laschenkette, welche sich um zwei Rollen dreht, deren eine Drehrolle, die andere Leitrolle ist. Beide Rollen sitzen an einem Arme, welcher auf

1) Le Technologist. Paris, Septb. 1864. — Ržiha, Tunnelbaukunst. 1865, S. 168. — A. Habets, Über Steinkohlengewinnungsmaschinen u. s. w. in Revue univ. 2. livr. 1865. — Verbesserungen an Schrämmaschinen nach Jones, London 1865. — Carrets, Schrämmaschine, Polyt. Centralbl. 1865. 21. Lief. und Polyt. Journal. 1866. S. 274. — Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14. S. 255. — Handb. der Ing.-Wissenschaften. Leipzig 1885. Bd. IV. Abth. II. S. 353.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 1869. Nr. 46 u. 47.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1876. Nr. 100.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1872. S. 296; 1874. S. 13.

einem Wagen ruht, und erhalten ihre drehende Bewegung durch eine mit komprimierter Luft oder mit Wasser getriebene Maschine. Hoher Wasserdruck und kleine Wassersäulenmaschinen werden vielfach vorgezogen, weil die komprimierte Luft wegen ihrer Elastizität nachteilig für die Bewegung ist.

§ 26. Die Maschine von Carret, Marshall & Co. in Leeds¹⁾ hat eine gradlinig schneidende Bewegung und wird mit Wasser von hoher Pressung getrieben. Der Arbeitskolben hat $12\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, die Kolbenstange bildet eine Röhre, in welche der runde Schaft eines stählernen Gezähehalters gesteckt und durch einen Stift festgehalten wird. In dem Gezähehalter sind viereckige Augen für die Aufnahme der Stichel (Fig. 225). Die Maschine unterschrämt 13,5 m Länge auf 1,20 m Tiefe in einer Stunde und macht 15 Stöße pro Minute; dabei verbraucht sie pro Minute 135 l Wasser von 20 Atmosphären Druck.

Das Vorziehen bewirkt die Maschine selbstthätig dadurch, daß eine auf einer Trommel aufgewickelte Kette mit dem andern Ende über eine entfernt stehende Scheibe läuft und zurückkommend an dem die Maschine und die Kettentrommel tragenden Wagen eingehakt ist.

Das Gewicht der Maschine beträgt 1000 kg; zur Bedienung sind 1 Mann und 1 Junge erforderlich.

Eine nach diesem System gebaute Maschine hat sich in Mansfeld nicht bewährt²⁾.

§ 27. Bei Lechners Schrämmaschine³⁾ sitzen die Zähne an einer viereckigen, parallel zur Kohlenwand liegenden Welle, welche durch vier Laschenketten in rasche Drehung gesetzt wird.

Fig. 225. Werkzeug der Maschine von Carret, Marshall & Co.

Mit derselben sollen auf den Kohlengruben der Central Ohio Mining Company zu Straitsville in Ohio bei dem Abbau eines 2,53 m mächtigen Flötzes gegenüber der Handarbeit 60 % an Gewinnungskosten erspart worden

¹⁾ Blumme in Preuß. Ztschr. 1866. Bd. 44. S. 264. — Berggeist 1866. S. 314. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 474. S. 14; Bd. 482. S. 274. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 295; 1867. S. 190. — The Mechanics Magazine 1866. S. 132.

²⁾ Preuß. Ztschr. 1868. Bd. 46. S. 212.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 252. — Österr. Zeitschr. 1884. S. 423. — Engineering XXXI. 574.

sein. Das Gesamtgewicht der Maschine beträgt nur 375 kg und der Preis 600 Dollars.

Versuche auf der ver. Mathildengrube in Oberschlesien sind ungünstig ausgefallen. Die Maschine brauchte sehr viel Kraft und erlitt häufige Brüche ¹⁾.

§ 28. **Maschine von Firth und Donnisthorpe** mit hauendem Werkzeug ²⁾. — Bei ihr wird die Arbeit mit der Keilhaue direkt nachgeahmt (Fig. 226), indem durch eine Maschine eine Keilhaue in der Ebene des Flötzes bewegt wird. Als Kraft dient komprimierte Luft.

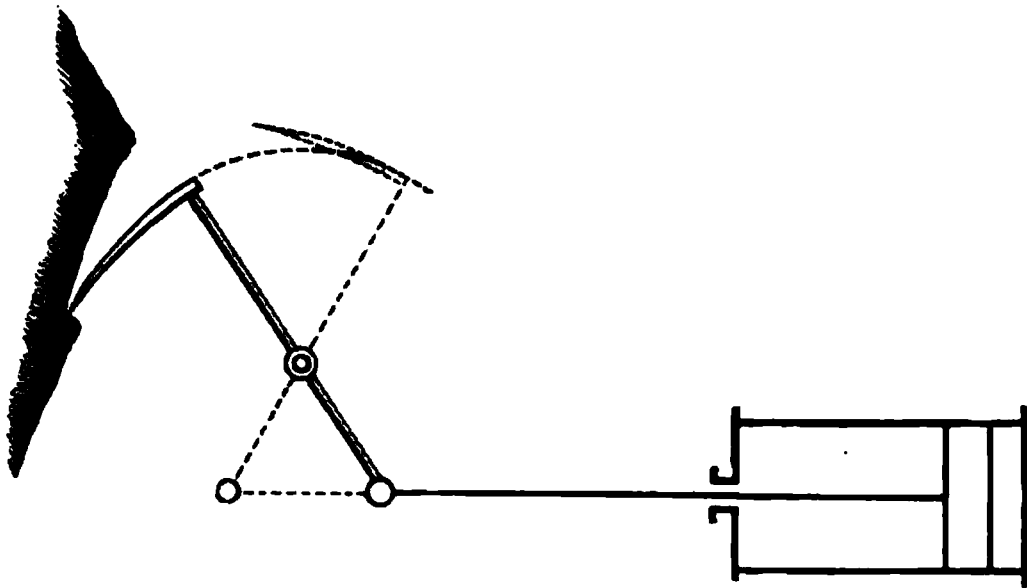


Fig. 226. Schrämmaschine von Firth & Donnisthorpe.

Dieses System ist noch insofern von Interesse, als mit ihm die Reihe der Schrämmaschinen im Jahre 1862 eröffnet wurde. Eine solche Maschine soll in 8 Stunden ein Kohlenflötz 150 yards lang und 1 yard tief unterschrämen ³⁾. Versuche, welche mit der Firth'schen Maschine in den Jahren 1876 und 1877 im Mansfelder Kupferschieferflötz gemacht wurden, ergaben schließlich, daß wegen teurer Beschaffung der komprimierten Luft, und ganz besonders wegen vieler Reparaturen an der Maschine, genügende Erfolge mit derselben nicht zu erwarten sind ⁴⁾.

§ 29. **Maschine von Schram** ⁵⁾ mit geradlinig stoßendem Werkzeuge. — Dieselbe (Fig. 227) wird mit komprimierter Luft betrieben und zwar mit Hilfe desselben Motors, welcher für die Schram'sche Bohrmaschine (§ 65) Anwendung findet. Anstatt des Bohrers ist eine Haue angebracht. Die Maschine wird auf einer Schraube a mittelst Kurbel e parallel dem Schram fortbewegt. Die Schraube sitzt an einem Gestelle, welches gegen die Firste verstrebt wird.

1) Preuß. Ztschr. 1883. Bd. 31. S. 189.

2) Bluhme, a. a. O. S. 264 ff. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1863. S. 397; 1864. S. 148. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 173. S. 189; Bd. 170. S. 413; Bd. 171. S. 401. — Practical Mechanics Journal 1864. Heft 1. S. 260. — Revue universelle. Jahrg. 8. Liefg. 3. 1864.

3) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1865. S. 100.

4) Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 371.

5) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1877. S. 203.

Zur weiteren Vertiefung des Schrammes wird die Haue *k* mit Hilfe der zweiten Kurbel *b* vorgeschoben.

§ 30. Maschine von Dubois und François (Bosseyeuse).¹⁾ — Dieselbewirkt ebenfalls stoßend; sie ist samt dem Gestelle nur 4 m lang, 0,65 m breit und hat

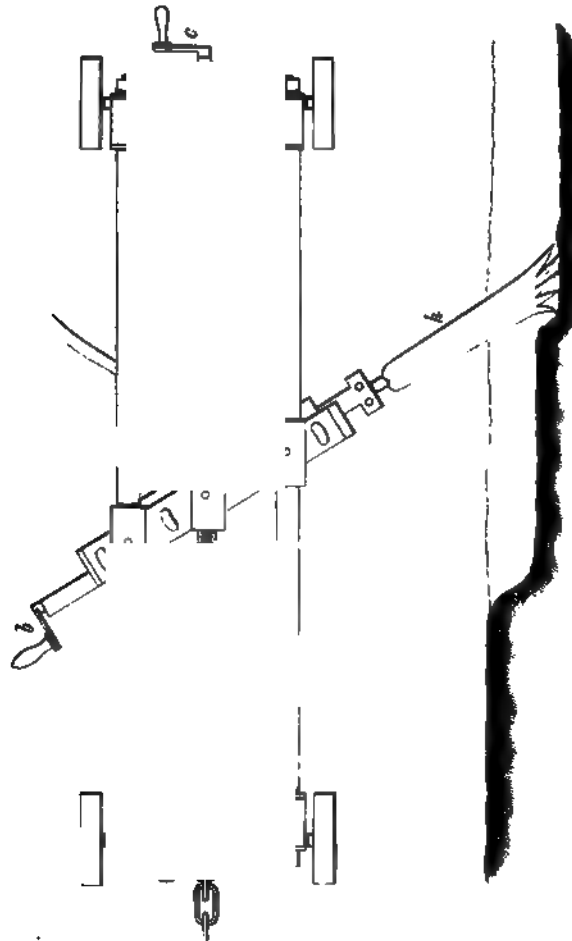


Fig. 227. Schrämmaschine von Schram.

0,12 m Cylinderdurchmesser. Man bohrt zuerst zwei Löcher an den Eckpunkten des Schrams oder Schlitzes und läßt dann den Bohrer fortwährend stoßend

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.-u. H.-Wesen. 1881. S. 436; 1885. S. 300. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 237. S. 455. Taf. 29. Fig. 8 bis 16. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1882. S. 416, 379; 1883, S. 406, 486; 1884. Lit.-Bl. S. 34; 1885. S. 236.

von einem Loch zum andern hin- und hergehen. Ist der Schram auf diese Weise fertig gestellt, so erfolgt durch dieselbe Maschine das Hereintreiben der Kohle, indem man zuerst zwei Keile (von Demanet) in ein zu diesem Zweck hergestelltes Bohrloch steckt und zwischen diese einen dritten Keil setzt, welcher durch die Maschine, an der man statt des Bohrers ein schweres Schlagstück angebracht hat, eingetrieben wird, bis die Kohle hereinbricht.

Diese Maschine ist mit gutem Erfolge in Marihaye angewendet, wo man in derselben Zeit 3—4 mal größere Ortslängen für den halben Preis auffährt, als mit Schießarbeit¹⁾.

§ 31. **Die Maschinen von Neuerburg und Norris** bohren mit dicht nebeneinander liegenden drehenden Bohrern Löcher in die Kohle, so daß auch dadurch ein Schram, resp. Schlitz hergestellt wird.²⁾

Dieses System kann ebenso wie dasjenige von Schram und Dubois-François für Streckenbetrieb verwendbar werden; praktische Erfahrungen mit solchen Maschinen liegen indes bis jetzt nicht vor.

Nach demselben System ist die Norris'sche Maschine (Patentinhaber W. Routledge in Manchester) konstruiert. Mit derselben wurden im November 1878 auf der Königsgrube in Oberschlesien Versuche angestellt, welche trotz der harten Kohle des Sattelflötzes, und trotzdem dieser gegenüber die Maschine zu schwach konstruiert war, recht günstige Resultate lieferten.

Die Maschine setzt sechs neben einander liegende Bohrer in Bewegung, durch welche einschließlich aller Nebenarbeiten in einer Stunde ein Schram von 1 m Tiefe hergestellt wurde.³⁾

3. Arbeit mit Schlägel und Eisen.

§ 32. **Anwendung.** — Die Arbeit mit Schlägel und Eisen war bis zum 17. Jahrhundert die einzige Gewinnungsarbeit für feste Massen. Seit Einführung der Sprengarbeit dient sie lediglich zum Herstellen ebener Flächen (Widerlager für Pumpenträger, für Dämme und Mauerfüße, Bühnlöcher für Stempel u. s. w.) und wird außerdem als Gewinnungsarbeit nur dann noch angewendet, wenn das Gestein durch Sprengarbeit nicht rissig werden darf, z. B. beim Abteufen der ersten Meter unter dem Fuße eines wasserdichten Schachtausbaues.

§ 33. **Gezähe.** — Die dabei angewendeten Gezähe sind der Schlägel und das Eisen.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1881. S. 118.

2) Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 227. Taf. XI. Fig. 4—5.

3) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 370. — Schrämmaschine von S. Stutz in Pittsburgh, D. R. P. Nr. 33 075. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1886. S. 56.

Der Schlägel, jetzt das Fäustel genannt, wird bei der Sprengarbeit näher betrachtet werden.

Das Eisen oder Bergeisen ist behelmt oder unbehelmt und besteht entweder aus Eisen mit verstärkter Spitze oder ganz aus Stahl. Die stählernen Eisen pflanzen den Schlag besser fort und nutzen sich weniger ab, als die eisernen; bei diesen befindet sich, wegen der schnelleren Abnutzung des Kopfes durch das Schlagen, das Auge für das Helm nicht in der Mitte, sondern näher an der Spitze.

Bei dem gewöhnlichen Bergeisen, dessen Länge etwa 13 cm beträgt, ist die Spitze nicht schlank zulaufend, sondern kolbig, damit sie weniger leicht abbrechen kann. Sie besteht aus einer vierseitigen Pyramide (Fig. 228). Das Kopfende des Eisens ist zur besseren Aufnahme der Schläge etwas zusammengezogen.

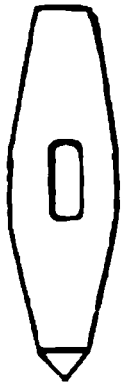


Fig. 228.
Bergeisen.

Das Helm wird bei diesen Bergeisen nicht besonders hergestellt, weil es doch zu häufig zerschlagen wird, sondern besteht aus einem beliebigen, passenden Stück Holz, welches man in das Auge eintreibt. Das unbehelmt Eisen ist immer größer als das behelmt und eigentlich schon ein Fimmel (Spitzkeil), welcher bei der Hereintreibearbeit gebraucht wird.

Das gleichfalls hierher gehörige Spitzzeisen ist eine ca. 26 cm lange Eisenstange mit verbrochenen Kanten und verstärkter Spitze. Dasselbe ist für die Zwecke der Schlägel- und Eisenarbeit nicht zweckmäßig, weil es bei dem schiefen Auftreffen der meisten Schläge viel stärker vibriert und deswegen mehr prellend wirkt, als das gewöhnliche Bergeisen.

§ 34. Die Ausführung der Schlägel- und Eisenarbeit als Gewinnungsarbeit geschah bei Streckenbetrieb in der Weise, daß man zunächst als Ein-



Fig. 229 und 230. Ausführung der Schlägel- und Eisenarbeit.

bruch eine Furche 1 herstellte (Fig. 229) und dann das übrige Gestein in einzelnen Streifen gewann, oder die Brunnen 1 bis 6 ausarbeitete (Fig. 230) und darauf die stehen gebliebenen Rippen 7—11 entfernte. Beim Schachtabteufen wurde ganz ähnlich verfahren.

4. Die Hereintreibarbeit.

§ 35. **Zweck.** — Die Hereintreibarbeit bezweckt, zum Unterschiede von der Arbeit mit Schlägel und Eisen, die Gewinnung grösserer Gesteinsmassen durch Eintreiben von Keilen in die natürlichen Absonderungen derselben.

§ 36. **Gezähe.** — Die hierbei verwendeten Gezähe sind:

1. das Treibfäustel,
2. der Keil,
3. der Fimmel,
4. das Legeisen,
5. die Brechstange,
6. der Spitzhammer.

Das Treibfäustel (Keilfäustel, großes Fäustel, Päuschel) besteht aus Eisen, hat verästelte Bahnen, gebrochene Kanten, ein rundes oder länglich-viereckiges Auge und wiegt 3,5—6 kg. Das runde Auge ist dann vorzuziehen, wenn man runde Stiele aus jungen Stämmen von Eschen- oder Eichenholz anwenden will, denen man sogar die Rinde läßt. Solche Stiele sind zäh und elastisch, haben auch den Vorteil, daß die beim Treibfäustel schwer zu vermeidenden Prellschläge nicht auf den Arm des Arbeiters zurückwirken, sondern von dem elastischen Stiele aufgenommen werden, was bei den ovalen Stielen aus geschnittenem oder gespaltenem Holze nicht der Fall ist. Der Nachteil, daß sich ein Fäustel mit rundem Helme in der Hand eines ungeübten Arbeiters leicht dreht, ist in diesem Falle nicht von großer Wichtigkeit.

Runde Augen haben etwa 2,5 cm Durchmesser, rechteckige sind 3,5 bis 4 cm lang und 2—2,5 cm breit. Der Stiel ist 40—50 cm lang.

Der Keil (Scheitkeil, Strebekeil) besteht aus Eisen und läuft in eine Schneide aus; seine Länge beträgt 18—26 cm. Um das Einklemmen des Keiles zu verhindern, sind seine breiten Seitenflächen nicht eben, sondern gebogen.

In Saarbrücken verwendet man eiserne Schuhe mit hölzerner Ausfüllung, welche am Kopfe mit einem eisernen Auge und einem Bande versehen sind, um das Zersplittern zu verhüten.

Der Fimmel läuft nicht, wie der Keil, in eine Schneide, sondern in eine Spitze aus, ist also eigentlich nichts anderes, als ein größeres Bergeisen, welchen Namen der Fimmel neben »Steineisen« auch in Westfalen führt. Der Fimmel besteht aus Eisen mit verästelter Spitze, hat etwa 26 cm Länge, ist an der Bahn 3,5 cm, bei $\frac{2}{3}$ der Höhe 5 cm stark und wiegt 3 kg.

Der Querschnitt ist entweder quadratisch oder rechteckig. Im letzteren Falle benutzt man den Keil erst flach, später, wenn sich die Klüfte genügend weit geöffnet haben, hochkantig.

Die Legeisen (Quetten) sind starke Eisenbleche, welche zur Seite der Keile eingelegt werden, wenn sich dieselben in weiche Gebirgsmassen eindrängen, ohne dieselben zu spalten.

Die Brechstange ist ein für die Hereintreibearbeit sehr wichtiges Gerähestück. Sie besteht aus einer eisernen Stange, welche an dem einen Ende einen eisernen Schuh besitzt und nach dem andern allmählich spitz zuläuft.

Die Brechstange ist nichts anderes als ein zweiarmiger Hebel mit dem Stützpunkte *d* (Fig. 231). Es ist deshalb nicht zweckmäßig, den Schuh einfach schräg abzuschneiden, wie bei Fig. 232, und am anderen Ende einen Knopf anzubringen, um mit dem Fäustel darauf schlagen zu können. Lange Stangen übertragen die Schläge schlecht und vibrieren zu sehr, was bei Fimmeln nicht der Fall ist. Außerdem wird die Brechstange dadurch unnötig schwer, weil man doch die Höhe des Stützpunktes *bd* (Fig. 231) in der Regel beibehält.

Ist der Schuh der Brechstange gespalten, so heißt sie Ziegenfuß und dient dem Zimmerhauer zum Herausziehen von Nägeln.

Endlich finden Gesteinskeilhauen und Spitzhammer (§ 48), erstere gewissermaßen als behelmte Fimmel, letztere in Verbindung mit der Brechstange, zum gänzlichen Hereinbrechen teilweise gelöster Massen Anwendung.

§ 37. Die Ausführung der Hereintreibearbeit erfolgt:

a. durch Eintreiben von Keilen oder Fimmeln in Klüfte oder Spalten bei nicht unterschrämten, durch Sprengarbeit teilweise gelösten Massen, u. a. bei jeder Art von Gesteinsarbeit;

b. durch Gewinnung unterschrämter Massen, gleichfalls mit Keilen, Fimmeln oder Brechstange.

Sind die Ablösungen in den zu gewinnenden Massen regelmäßige, wie die Schichtungsflächen beim Schiefer, so wendet man Flachkeile an, ebenso da, wo ein Eindringen des Keiles in weiche Gebirgsmassen verhütet werden soll. Bei weniger dünn geschichtetem Gebirge, wie bei manchem Sandstein, bei Grauwacke u. s. w., wo die Keilwirkung weniger auf natürliche Absonderung zu rechnen hat, sondern die Massen quer durchbrechen muß, sind dagegen Spitzkeile, also Fimmel, vorzuziehen.

Auf der eine sehr feste Kohle abbauenden Braunkohlengrube Stellberg III bei Wattenbach im Bergrevier Cassel hat man statt der Sprengarbeit mit ebenso günstigem Erfolge die Hereintreibearbeit eingeführt. In ein Bohrloch von 40—50 mm Durchmesser werden eiserne oder stählerne Legeisen von halbrundem Querschnitt mit dem stärkeren Ende nach unten eingeführt und dann die Keile so lange eingetrieben, bis der unterschrämte und an einer Seite geschlitzte Kohlenstoß hereinbricht.¹⁾

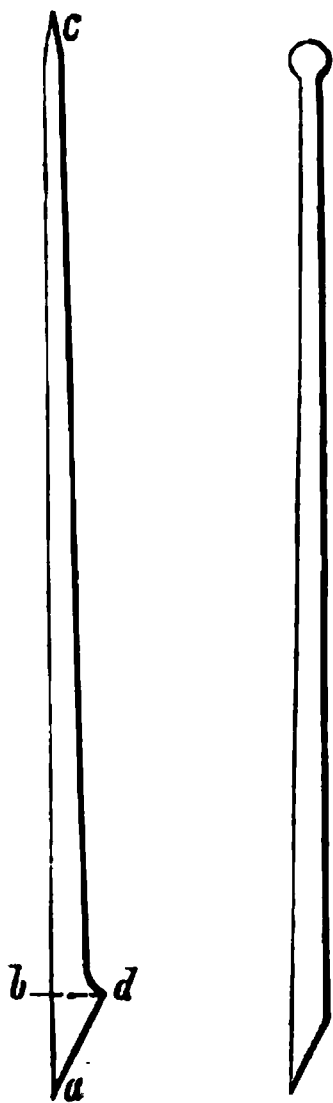


Fig. 231. Fig. 232.
Brechstange.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 215.

5. Die Sprengarbeit.

§ 38. **Geschichtliches.** — Die Sprengarbeit oder Bohr- und Schießarbeit ist nach den Untersuchungen von Hoppe (Beiträge zur Geschichte der Erfindungen, 4. Lieferung, Clausthal 1880) im Jahre 1627 von Ungarn aus in Deutschland bekannt geworden, beim deutschen Bergbau zuerst am Harze im Jahre 1632 eingeführt und von hier aus 1644 durch den Harzer Bergmann Morgenstern nach Sachsen gebracht. Der ursprüngliche Erfinder und das Erfindungsjahr sind unbekannt.

§ 39. **Einteilung.** — Bei der Sprengarbeit hat man zu unterscheiden:

- A. die Herstellung der Bohrlöcher:
 - a. mit Handarbeit,
 - b. mit Maschinenarbeit.
- B. Das Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher.
- C. Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit.

A. Herstellung der Bohrlöcher.

a. Handarbeit.

§ 40. **Gezähe.** — Die für die Bohrarbeit erforderlichen Gezähe sind: Fäustel, Bohrer, Krätzer oder Wischer, Bohrkluppe oder Bohrschere, Lettenbohrer oder Trockenbohrer, Bohrscheibe, Bohrkranz und Bohrtrog.

§ 41. Das **Fäustel** (Fig. 233, 234) besteht aus Eisen mit verstärkten Bahnen oder ganz aus Gußstahl.

Das Fäustel soll, ähnlich wie die Keilhaue, so konstruiert sein, daß die in demselben gedachte Schwerlinie in einen Kreisbogen fällt, dessen Mittelpunkt im Schultergelenk des Arbeiters liegt. Das Fäustel wird mit gekrümmtem Arm geführt, daher muß die grade Linie zwischen Fäustel und Schultergelenk als Halbmesser gelten. Dieser beträgt etwa 50 cm.

Ferner müssen die Bahnen des Fäustels rechtwinklig zur Schwerlinie stehen, verbrochene Kanten haben und etwas gewölbt sein, damit sich die Schlagwirkung im Schwerpunkte der Bahn konzentriert und in günstiger Weise auf den Bohrer übertragen wird. Bei anderer Konstruktion prellt das Fäustel, es wird ein Teil der aufgewendeten Kraft in den Arm zurückwirken, den Bohrer zur Seite treiben und jedenfalls nicht zur Wirkung kommen.



Fig. 233.

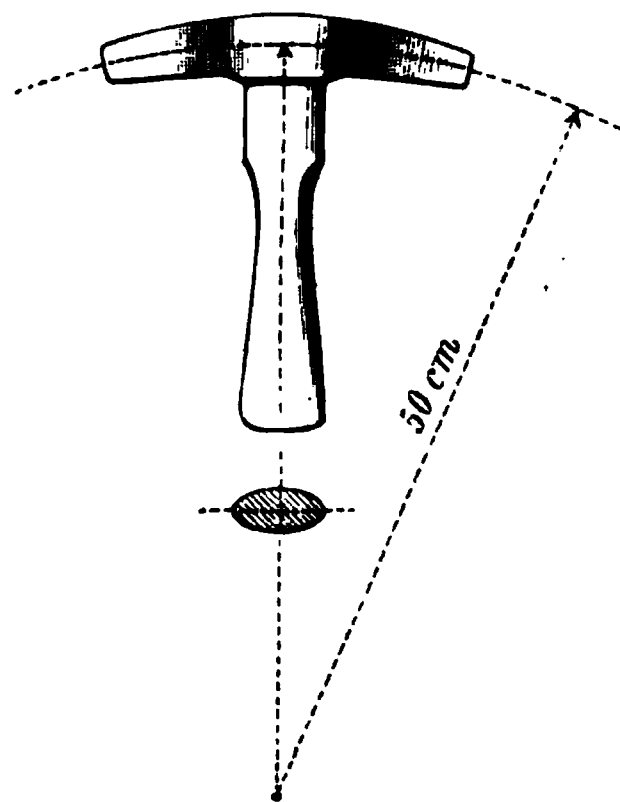


Fig. 234. Bohrfäustel.

Auch muß das Fäustel von dem Öhr bis zu den Bahnen etwas zusammengezogen sein, so daß die letzteren nur etwa 2,5 cm Seitenlänge haben, was ebenfalls günstig auf die Konzentrierung der Schlagkraft wirkt.

Das Öhr soll so groß sein, daß man ein Helm von hinreichender Stärke hineinstecken kann, weil dasselbe gerade am Öhr dem Abbrechen am meisten ausgesetzt ist. Dieser Bedingung wird genügt, wenn man das Öhr 4,5 cm lang und 2 cm breit nimmt. Damit durch das Auftreiben des Fäustels bis zu dieser Öhrweite die Eisenstärke nicht zu schwach wird, muß schon beim Zuschmieden auf eine entsprechend größere Eisenstärke in der Mitte des Fäustels Rücksicht genommen werden.

Das Fäustelhelm besteht aus Weißbuche oder Esche, ist am vorderen Ende, entsprechend dem Öhre, rechteckig, im übrigen aber halbrund.

Das Gewicht der einmännischen Fäustel beträgt $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ kg, das der zweimännischen etwa 2,5 kg. Für eine besondere Art des Bohrens, das Schlenkerbohren (vergl. § 430), steigt das Gewicht des einmännischen Fäustels bis 3 und 4 kg.

In Tirol und Pöram, wo das Schlenkerbohren viel in Gebrauch ist¹⁾, verwendet man Fäustel von 1,2 kg Gewicht mit etwa 0,5 m langem elastischem Stiele von jungen Stämmen eines zähen Nadelholzes (Lärche, Föhre, Fichte) mit gekrümmter Handhabe, für welche von jungem Nadelholz die Wurzel mitgenommen wird. Im Rammelsberge bei Goslar haben die Arbeiter Lederriemen durch die Helme gezogen und legen dieselben beim Bohren um das Handgelenk.

Auch beim gewöhnlichen Bohren bedient sich der tiroler Arbeiter eines elastischen Stieles von 0,3 m Länge, bei einem Gewichte des Fäustels von 0,8 kg.

Im allgemeinen soll sich das Gewicht nach der mittleren Armkraft der Arbeiter richten und vor allem nicht so groß sein, daß dieselbe durch das Heben des Fäustels zu rasch ermüdet, aber doch groß genug, um die nötige Kraft zum Schlagen ausüben zu können.

Beim Schlenkerbohren kann das Fäustel schwerer sein, denn dasselbe wird dabei lediglich als Pendel gehandhabt, braucht also nicht aufgehoben zu werden und hat bei größerer Schwere eine ungleich größere Wirkung.

Bei sehr festem Gesteine sind leichtere Fäustel vorzuziehen, weil leichte, aber zahlreiche Schläge hierbei mehr, als kräftige, aber langsame Schläge, ausrichten.

§ 42. Kolben-, Kronen- und Meißelbohrer. — Man hat zunächst zu unterscheiden zwischen Bohrern, welche mit Schlag oder Stoß, und solchen, welche drehend gehandhabt werden.

Zu den ersteren gehören vor allem die Meißelbohrer und ihre Vorgänger, die Kolben- (Fig. 235) und Kronenbohrer (Fig. 236), zu den letzteren die Schlangenbohrer.

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1884. S. 478.

Kolben- und Kronenbohrer sind die ältesten Bohrerformen. Ein Kolbenbohrer hat als arbeitenden Teil eine vierseitige Pyramide mit geraden Kanten, welche ihren Ursprung vom Bergeisen erkennen läßt. Später ließ man die Spitze der Pyramide so weit zurücktreten, daß sie nur etwas weiter vorragte, als die übrigen vier Ecken, machte die Kanten gebogen und kam damit zur Form des Kronenbohrers.

Beim Handbohren sind beide kaum noch in Gebrauch und durch den Meißelbohrer verdrängt, welcher bessere Wirkung hat und vor allem auch weit leichter zu schärfen ist.

Beim Maschinenbohren benutzt man weniger die einfachen Meißel, als solche mit Ohrenschneiden, Kreuzmeißel, auch wohl Kolbenbohrer oder Meißel in Hufeisenform etc., weil diese Formen zur Erhaltung der runden Form des Bohrlochs nötig sind, vergl. § 64.

Bei den Meißelbohrern unterscheidet man die Bohrstange mit der Bahn, welche die Schläge aufzunehmen hat, und den Bohrkopf als arbeitenden Teil. Der letztere ist immer von Stahl, die Stange kann auch aus Schmiedeeisen bestehen. In neuerer Zeit zieht man jedoch gußstählerne den eisernen Bohrern mit verstärktem Kopfe vor. Die gußstählernen Bohrer sind zwar teurer in der Anschaffung, nutzen sich aber wenig ab und übertragen auch die Schläge besser auf das Gestein, als eiserne Stangen.

Der Querschnitt der Bohrerstangen ist am besten viereckig mit gebrochenen Kanten; die runden und dieser Form sich nähernden achteckigen Stangen lassen sich weniger gut umsetzen und drehen.

Die Stärke der Stangen ist 0,7—0,8 der Meißel- oder Kopfbreite, im allgemeinen genügt eine Stärke von 17—20 mm für die Haltbarkeit. Stärkere Stangen werden zu schwer, sind deshalb unnötig teuer und bieten nicht genügenden Raum zum Entweichen des Bohrschmandes, schwächere lassen sich, wie Versuche am Harz mit 13 mm starken Stangen ergeben haben, schlecht umsetzen und springen leicht.

Beim einmännischen Bohren ist im allgemeinen

	die Länge der Stange	die Kopfbreite
für den Anfangsbohrer	48 cm	3,2 cm
- - Mittelbohrer	60 -	2,6 -
- - Abbohrer	80 -	2,0 -

Beim zweimännischen Bohren:

	die Länge der Stange	die Kopfbreite
für den Anfangsbohrer	74 cm	4,5 cm
- - Mittelbohrer	100—110 -	4,0 -
- - Abbohrer	126 -	3,3 -

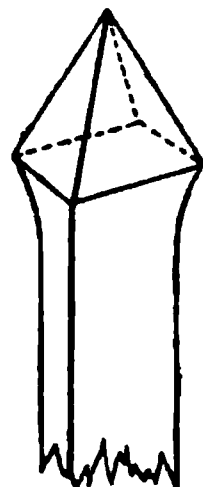


Fig. 235. Kolbenbohrer.

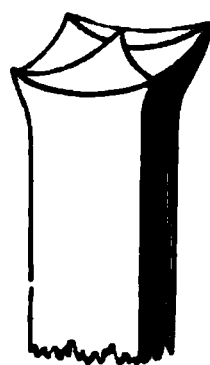


Fig. 236. Kronenbohrer.

Die Form der Meißelschneiden ist je nach der Festigkeit des Gebirges verschieden. Bei Kohlenbohrern, welche (z. B. in Oberschlesien) stoßend geführt werden und deshalb an der Bahn mit einem Knopfe versehen sind, hat man in der Mitte der Schneide eine vorstehende Spitze, auch ist die Schneide sehr schlank zugeführt, so daß die Schneidenflächen nur etwa 3 cm breit ausfallen.

Die Meißel der Gesteinsbohrer (Fig. 237, 238) sollen eine Breite der Schneidenflächen von 10—12 mm haben; der Winkel, welchen die letzteren einschließen, soll bei festem Gestein etwa 70° betragen, bei sehr mildem Gestein kann er bis 40° heruntergehen.

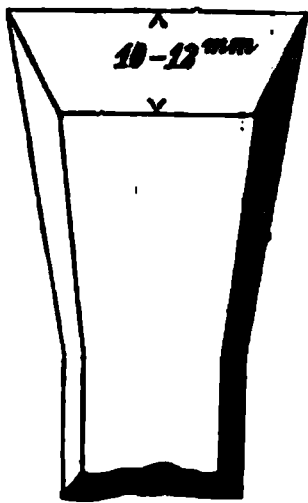


Fig. 237.

Fig. 238.
Meißelbohrer.

Die Schneide ist bei Gesteinsbohrern am besten ganz gerade, nicht allein wegen des Effektes bei der Arbeit, sondern auch wegen des einfacheren Schärfens. Nur bei sehr festem Gestein, wo man die Ecken gegen eine schnelle Abnutzung schützen muß, erhalten die Schneiden eine geringe Wölbung.

Daß gerade Schneiden bei festem Gestein den vielfach üblichen, halbkreisförmig gebogenen vorzuziehen sind, haben vergleichende Versuche am Piesberge bei Osnabrück ergeben.

Es wurden z. B.

	abgebohrt	u. dabei verschlagen
bei gerader Schneide	26 cm	3 Bohrer
- - -	15,7 -	4 -
- gebogener -	21,0 -	7 -
- - -	23,5 -	9 -

§. 43. Der **Schlangenbohrer** besteht aus einer eisen- oder stählernen Stange mit einem spiralförmig gewundenen Eisen- oder Stahlstab, der in zwei Spitzen endigt.

Das Gewinde kann auch von der Stange getrennt sein, in welchem Falle es in die letztere eingesteckt wird. Am oberen Ende der Stange ist ein Ohr angeschweißt, durch welches ein Holzgriff gesteckt wird.

Der Bohrer wird wie ein Holzbohrer gehandhabt, indem der Arbeiter, mit dem Gesichte dem Stoße zugekehrt, den Bohrer andrückt, oder indem er, mit dem Rücken gegen den Stoß angelehnt, den unter einem Arme hindurch gesteckten Bohrer beim Drehen anzieht.

§ 44. Der **Krätzer** oder **Wischer** dient dazu, das Bohrloch von dem Bohrschlamm (bezw. Bohrmehl) zu reinigen; er besteht aus einer runden oder flachen Eisenstange mit einer kleinen Scheibe an dem einen, sowie einem Ohr am andern Ende. In dem Ohr wird ein Lappen oder etwas Werg befestigt und um den Krätzer herumgewickelt, um nasse Löcher vor dem Besetzen zu trocknen.

§ 45. Die **Schere** oder **Kluppe** dient dazu, abgebrochene Bohrerstücke aus dem Bohrloche herauszuziehen. Sie besteht aus zwei Eisenstangen mit Ösen zum Anfassen. Die eine derselben endet nach unten in zwei federnde Platten,

welche das Bruchstück zwischen sich fassen. Durch Niederdrücken der zweiten Stange, welche sich in Ösen an der ersten führt, werden die Platten mit Hilfe eines Ringes zusammengepreßt. Das Bohrerstück wird damit festgehalten und kann herausgezogen werden.

§ 46. Lettenbohrer, Bohrtrog, Bohrscheibe. — Der Lettenbohrer oder Trockenbohrer ist eine runde Eisenstange mit nach unten konisch zulaufender Verstärkung am unteren Ende. Oben ist durch einen Bund eine kurze Stange gesteckt, welche als Handhabe dient.

Bohrlöcher mit starkem Wasserzudrange werden dadurch getrocknet und bis zum Wegthun trocken erhalten, daß man plastischen Letten, zu Würsten geformt, in das Bohrloch schiebt, und mit dem Lettenbohrer, durch kräftiges Aufschlagen mit dem Fäustel, in die wasserführenden Klüfte drängt.

Bequemer und sicherer ist es indes, derartige Bohrlöcher mit Dynamit zu schießen, wobei man das Austrocknen gänzlich unterlassen kann.

Im Bohrtrog oder Bohrstunzen hat der Arbeiter das zum Bohren sog. nasser, d. h. nach unten geneigter Löcher nötige Wasser zur Hand.

Die Bohrscheibe ist eine runde Lederscheibe von ca. 8 cm Durchmesser mit einer Öffnung, um über die Bohrstange geschoben zu werden. Sie wird auf das Bohrloch gelegt, um das Herausspritzen des Bohrschmandes zu verhindern. Noch vollständiger geschieht dies, wenn man einen aus Werg gedrehten Ring, den Bohrkranz, auf die Lederscheibe legt.

b. Maschinenarbeit.

§ 47. Allgemeines. — Während es noch nicht gelungen ist, die Schrämmaschinen über das Versuchsstadium hinaus zu bringen, hat die Arbeit mit Bohrmaschinen in den letzten Jahren einen hohen Grad von Wichtigkeit erreicht und wird vielfach mit bestem Erfolge angewendet.

Die Bohrmaschinen arbeiten stoßend und drehend. Die bewegende Kraft ist entweder Menschenkraft (Handbohrmaschinen) oder komprimierte Luft bzw. Wasser von hohem Drucke. Während bei stoßenden Bohrmaschinen zweckmäßig Luft angewendet wird, weil das unelastische Wasser ein rasches Umsteuern weniger gestattet und durch die hydraulischen Stöße häufige Brüche der Steuerung veranlasst werden würden, bewirkt man das drehende Bohren mittelst Wasserkraft, da hierfür, besonders wegen des notwendigen konstanten Vordrückens, die elastische Luft weniger geeignet erscheint. Dampf belästigt unter Tage zu sehr und empfiehlt sich deshalb nicht.

I. Handbohrmaschinen.

a. Stoßende Handbohrmaschinen.

§ 48. Allgemeines. — Die stoßenden Bohrmaschinen mit Handbetrieb sind für festes Gestein bestimmt. Es gehören hierher besonders drei Konstruktionen: von Jordan Son & Meihé, von Fritz und Schrader und von Faber.

Bei allen dreien wird mit Hilfe einer Kurbel nebst Schwungrad der Bohrer angezogen und dabei eine Feder gespannt, welche nach erfolgtem Abgleiten des Greifapparates (Hebedaumen) den Bohrer vorschnellt. Bei der Jordan'schen Bohrmaschine¹⁾ besteht die Federkraft aus komprimierter Luft, bei Fritz und Schrader aus einer Pufferfeder, bei Faber aus einer Spiralfeder.

Durchlagende Erfolge gegenüber der Handarbeit hat keine der bis jetzt bekannten Handbohrmaschinen erzielt, was auch kaum zu erwarten sein wird, denn die Mehrleistung der Arbeiter an der Kurbel dürfte durch die verschiedenen Reibungs- und sonstigen Widerstände der einzelnen Maschinenteile immer wieder aufgewogen werden.²⁾ Eine betriebsmäßige Einführung einer dieser Maschinen ist deshalb nirgends erfolgt.

β. Drehende Handbohrmaschinen.

§ 49. **Lisbeth'sche Maschine.** — Die drehenden Handbohrmaschinen sind für Kohle, mildes Gestein und Steinsalz bestimmt. Die erste Maschine dieser Art, welche eine betriebsmäßige Anwendung fand, war die Lisbeth'sche.³⁾

Dieselbe besteht aus einer am vorderen Ende mit einem Schlangenbohrer *p* (Fig. 239, 240) versehenen Schraubenspindel *i*, welche mittelst Kurbel *k* durch eine in einem Gestelle festgelegte Schraubenmutter *g* hindurchgedreht wird. Die letztere ist zweiteilig und kann leicht geöffnet und geschlossen werden, so daß das Zurückziehen und Auswechseln der Bohrer wenig Zeit kostet.

Das Gestelle besteht aus zwei, wie eine Rutsche verschiebbaren Teilen *a* und *b*, welche mit durchgesteckten eisernen Bolzen festgestellt werden. Mittelst einer Streckschraube *c* wird das Gestelle eingespannt.

Die mit der Lisbeth'schen Bohrmaschine in Kohlengruben erzielten Resultate sind sehr verschieden. Während nach Bluhme⁴⁾ eine große Zahl belgischer und französischer Steinkohlengruben die besten Erfolge hatten, so daß auf mehreren Gruben die Stellung dieser Bohrmaschinen von den Arbeitern selbst zur förmlichen Bedingung gemacht wurde, waren die Resultate u. a. in Saarbrücken und in Oberschlesien (in Mathildengrube im Jahre 1872 und in Königsgrube) ungünstig, auf letztgenannten Gruben hauptsächlich wohl deshalb, weil bei der größeren Mächtigkeit der Flötze auch das Gestelle der Maschine entsprechend groß und schwer ausfiel, so daß das Aufstellen zu viel Arbeitskräfte und Zeit erforderte.

Besonders günstig sind die Resultate in den Steinsalzbergwerken zu Erfurt, Stetten und Staßfurt ausgefallen. In Erfurt⁵⁾ hatte die Leistung eines

1) Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1880, Nr. 25.

2) Vergl. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. 1880. Bd. 28. S. 6.

3) Bluhme in Preuß. Ztschr. 1865. Bd. 13. S. 719. Taf. XV. Fig. 4—8.

4) Bluhme, a. a. O. S. 720. — 5) Preuß. Ztschr. 1872. Bd. 20. S. 348.

Häuers in 9 Arbeitstunden (10stündige Schicht) ohne den Gebrauch der Bohrmaschinen 20 Ctr. im Einbruch und 160—170 Ctr. in der Firste betragen. Durch Anwendung der Maschinen steigerte sich die Leistung auf 25 bis 26 Ctr. bzw. 260 bis 270 Ctr., so daß die Gedingesätze um etwa 10 % ermäßigt werden konnten.



Fig. 239 und 240. Lisbeth'sche Bohrmaschine.

In Stetten wurde mit der Lisbeth'schen Bohrmaschine 1 m Bohrloch einschl. aller Nebenarbeiten in $\frac{1}{2}$ Stunde hergestellt, während mit Handarbeit dazu 2 Stunden erforderlich waren. Vergl. auch Österr. Zeitschrift für das Berg- und Hüttenwesen 1872 S. 347.

§ 50. Maschine von Loch in Zabrze. — Auf Königin Luisengrube O/S.

kam ein nach Art der Zentrumsbohrer von dem Maschinensteiger Loch konstruiertes Gerät (Fig. 241) zur Anwendung.¹⁾ Dasselbe besteht aus einem gußstählernen gezahnten Rohre mit schraubenlinienartigem Ausschnitte, einem Zwischenrohre, welches je nach Bedürfnis auszuwechseln ist, und der Kurbel.

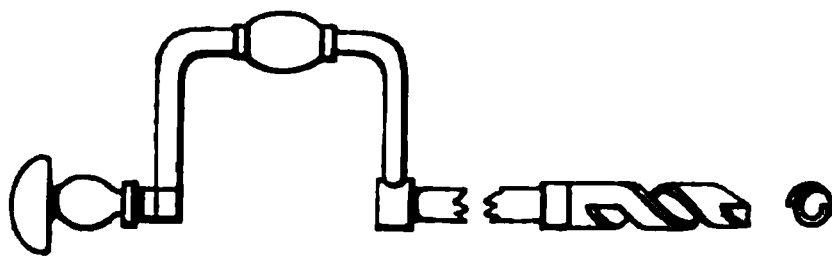


Fig. 241. Loch'sche Bohrmaschine.

Der Bohrer wird mit der linken Hand, bzw. mit der Brust angedrückt und mit der rechten Hand gedreht. Das Bohrmehl gelangt durch die Schraubengänge in das Zwischenrohr und von da ins Freie.

Ein Mann bohrte in fester Kohle in 8 Minuten ein 23 mm weites Bohrloch 78 cm tief, während ein zweiter Arbeiter in derselben Zeit und unter gleichen Verhältnissen mit dem 33 mm starken Meißelbohrer nur 24 cm bohrte. Das 23 mm weite Bohrloch erwies sich jedoch für die Aufnahme des nötigen Pulvers und Besatzes zu eng und soll der Bohrer für die weiteren Versuche bis zu 34 mm verstärkt werden.

§ 51. **Maschine von Stanek und Reska.** — Eine von Stanek und Reska konstruierte Handbohrmaschine mit Schneckenbohrer wurde in Mansfeld ohne, im 2 m mächtigen Heinrichflötz der Gerhardgrube bei Saarbrücken dagegen mit gutem Erfolge angewendet. Es wurden dabei 5 Monate des Jahres 1878 mit derselben Zeit des Jahres 1877 verglichen und stellte man fest, daß ohne Bohrmaschine pro Schicht 2,44 Wagen Kohlen gewonnen, 2,34 Mark verdient und für den Wagen 0,235 kg Pulver verbraucht wurden, das Durchschnittsgedinge betrug 4,12 Mark pro Wagen; mit Maschinen im Jahre 1878 dagegen sind die Zahlen 3,44 Wagen Kohle, 3,16 Mark Durchschnittslohn, 0,174 kg Pulver und 4,03 Mark Gedinge.

§ 52. **Andere drehende Handbohrmaschinen.** — Der Rotations-Meißelbohrer von Schwetka²⁾ ist wie der Loch'sche ein Zentrumsbohrer, welcher aber nach Art der Lisbeth'schen Maschine in einem Gestelle ruht und durch Drehung einer Spindel in einer am Gestelle befestigten Schraubenmutter gehandhabt wird. — Bei der Bohrmaschine von Abegg³⁾ erfolgt die Bewegung und Vorrückung des Bohrers durch Schubklinke und Sperrad, wie bei der Bohrknarre. Ähnlich ist die Maschine von Richard.⁴⁾

1) Preuß. Ztschr. 1879. Bd. 27. S. 353.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1864. Nr. 26. S. 204. — Polyt. Zentralblatt. 1864. Lief. 46. S. 1054.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 217, 228, 246. — Berggeist. 1867. Nr. 21. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 483. S. 364.

4) The mechanics magazine. 1867. p. 9.

Die Handbohrmaschine von Jarolimek¹⁾ ist auch für festes Gestein bestimmt, in Příbram mehrfach angewendet, aber nicht betriebsmäßig eingeführt. Die Bohrkronen haben sägenförmige, zum Abbrechen des Gesteins bestimmte Zähne und sitzen an einer hohlen Bohrstange, welche in einer Schraubenspindel befestigt ist. In die letztere greift eine, durch ein Kurbelrad bewegte Schnecke. Die Maschine ist an einer Bohrspreize mit Streckschraube befestigt und wiegt einschließlich Bohrspreize 120 kg.

Bei der Taverdon'schen Handbohrmaschine²⁾ besteht der Bohrschaft aus einer Röhre, um deren Mantel eine aus dünnem Stahlblech hergestellte Schnecke gelegt ist. Die Stücke des, mit der Bohrkronen hergestellten, aber gleich zerbröckelten Kerns, welche sich in den hohlen Bohrschaft schieben, treten durch Löcher in den Wandungen desselben in die Schnecke und werden auf diese Weise aus dem Bohrloch entfernt. Der Bohrschaft ist mit seinem hinteren Ende über eine Schraubenspindel geschoben, welche den Bohrschaft bei ihrer Drehung mitnimmt. Die Drehung der Schraubenspindel erfolgt mittelst Handkurbel und Vorgelege.

Schließlich ist noch die Maschine von v. Balzberg zu nennen.³⁾

II. Mechanische Bohrmaschinen.⁴⁾

§ 53. **Geschichtliches.** — 1683 schlägt Henning Huthmann⁵⁾ in Ilfeld vor, einen Stempel von zwei Personen mittelst Stricken heben und fallen zu lassen.

Versuche wurden auf der Grube Herzog Ludwig bei Clausthal angestellt.

1849 geben Newton und Gowan eine Vorrichtung an, bei welcher der Bohrer durch freien Fall wirkt.⁶⁾

Die ersten, durch unorganische Kräfte betriebenen Maschinen werden von Gartner und Castelain angegeben. Der Bohrer soll durch Federkraft gegen das Gestein geschleudert und durch Dampfkraft zurückgezogen werden.

1844 will Brunton einen Hammer durch komprimierte Luft auf den Bohrer wirken lassen.⁷⁾

1851 konstruiert Cavé eine Maschine, deren Meißel in der Stange eines Kolbens befestigt ist; der letztere wird durch komprimierte Luft oder Dampf bewegt.⁸⁾

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1881. Bd. 29. S. 183; 1882. Bd. 30. S. 103, 104.

2) Armengaud, Publ. industrielle. 1879. Sér. 2. Bd. V. S. 488.

3) Leobener Jahrb. 1876. Bd. 24. S. 232.

4) Fr. F. M. Stapf, Gesteinsbohrmaschinen. Eigener Verlag. 1869. — Handbuch der Ing.-Wissensch. Leipzig 1885. Bd. IV. Kap. VIII. S. 441.

5) Calvör, Das Maschinenwesen auf dem Oberharze (1763). Th. II. S. 27.

6) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1886. S. 198.

7) Bergwerksfreund. Eisleben 1844. — Ržiha, Tunnelbaukunst. S. 32.

8) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 198.

Die von 1855 von Bartlett nach dem Cavé'schen Princip angegebene Maschine wird durch Dampf getrieben.¹⁾

In demselben Jahre wird durch Colladon in Genf komprimierte Luft vorgeschlagen²⁾ und 1855—1857 die Schumann'sche Maschine³⁾ nach dem Cavé'schen Prinzip konstruiert. — Die Bergström'sche⁴⁾ Maschine ist eine Modifikation der Schumann'schen.

1857 konstruieren Sommeiller und Genossen⁵⁾ eine aus der Bartlett'schen entstandene Maschine, welche schon im Mont Cenis-Tunnel Verwendung fand.

Die in demselben Jahre von Schwarzkopf⁶⁾ in Berlin hergestellte Maschine hat die Eigentümlichkeit, daß der vom Bohrer getrennte Kolben gleichsam als Fäustel dient und mit Dampf, aber auch mit komprimierter Luft getrieben wird.

Mit der im Jahre 1864 von C. Sachs konstruierten⁷⁾ wird die Reihe derjenigen Maschinen eröffnet, welche sich dauernden Eingang beim Grubenbetriebe verschafften und jetzt eine hohe praktische Wichtigkeit erlangt haben.

a. Stoßende mechanische Bohrmaschinen.

§ 54. **Luftkompressoren.** — Die bewegende Kraft ist bei stoßenden Bohrmaschinen Luft; dieselbe wird in Luftkompressionsmaschinen auf den nötigen Grad der Spannung gebracht.

Die gebräuchlichsten Maschinen dieser Art sind die nassen Kompressoren; eine derartige Anlage ist u. a. auf Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken aufgestellt.⁸⁾

Die Leistung der Anlage beträgt bei 25 Kolbenhüben pro Minute und 85 % Nutzeffekt in 24 Stunden 1680 cbm von 3 Atmosphären Spannung, sie kann aber bei 80 % Nutzeffekt auf ca. 3000 cbm von gleicher Spannung gebracht werden.

Die Kosten pro 1 cbm betragen rund 1,27 Pfg.

Nach A. Pernollet⁹⁾ kostet eine Anlage für komprimierte Luft, welche

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. S. 206.

2) Ržiha, a. a. O. S. 132.

3) Freib. Jahrb. f. d. B.- u. H.-Mann. 1861. S. 206. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1862. S. 7. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. 15. S. 781; Bd. 20. S. 173.

4) Stapf, Dr. F. M., Gesteinsbohrmaschinen in Schweden, in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 196, 206. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 75.

5) Civilingenieur. Bd. 9. H. 6. (1863.) — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1862. S. 8.

6) Dingler's polyt. Journal. Bd. 151. S. 73. — Ebenda. Bd. 153. S. 409. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862. S. 36.

7) Carl Sachs, Über Gesteinsbohrmaschinen. Aachen 1865, — Glückauf. 1867. Nr. 37. — Bull. de la société de l'ind. minérale. 2. sér. t. II. p. 21, 30.

8) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 4.

9) L'air comprimé et ses applications. Dunod, Paris. — Auszug im Bullet. de la soc. de l'ind. min. tom. IV. livr. III. 1877. p. 654.

imstande ist, 20 Pferdekkräfte auf eine Länge von 1000 m zu übertragen, 100 000 fr. Auf 1 effektive Pferdekraft kommen 5000 fr., und zwar 2000 fr. für die Kompressionsmaschine, 2000 fr. für Generatoren nebst Zubehör und 1000 fr. für die Rohrleitung.

Die Unterhaltungskosten betragen pro Stunde und Pferdekraft 0,20 bis 0,30 fr. und zwar Zinsen und Amortisation 0,05—0,010, Löhne, Kohlen, Schmiere etc. 0,15—0,10 fr.

Gewöhnlich kostet 1 cbm komprimierte Luft von etwa 5 Atmosphären Spannung bei Anwendung einer besonderen Dampfmaschine 0,024 fr., wovon $\frac{1}{3}$ auf Zinsen und Amortisation zu rechnen ist.

Die Schnellkompressoren von Dinnendahl & Co. in Huttrop bei Steele bestehen aus drei sternförmig gestellten Cylindern von je 250 mm Durchmesser. Dieselben liefern 1200 cbm Luft von 3 Atmosphären Spannung in 24 Stunden mit 14 Pferdekkräften und nehmen einen Raum von 2,2 m Länge, 1,75 m Breite und 1,6 m Höhe ein, also etwa den neunten Teil des Raumes, den eine gewöhnliche Kompressionsmaschine beansprucht.

Trockene Kompressoren von Menck & Hambrock in Ottensen bei Hamburg sind u. a. auf den Zechen ver. Sellerbeck und Roland seit 1877 in Gebrauch und sollen auch in Heinitz bei Saarbrücken aufgestellt werden. Sie kosten nur halb so viel wie nasse Kompressoren und nehmen weit weniger Raum ein.

§ 55. Die **Röhrenleitungen** bestehen aus Gußeisen und Schmiedeeisen mit eingeschalteten Kompensationsvorrichtungen für Änderungen der Temperatur.

Die Spannungsverluste sind nahezu direkt proportional der Länge der Leitungen und dem Quadrate der Geschwindigkeit, umgekehrt proportional dem Querschnitte der Röhren.

Die Geschwindigkeit der Luft in den Rohrleitungen beträgt etwa 1 m pro Sekunde; danach ist der Querschnitt der Röhren zu bestimmen.

§ 56. Als **Luftansammler (Regulatoren)** benutzt man alte Dampfkessel oder eigens dazu hergestellte Cylinder. Bei Anwendung nur einer Kompressionspumpe muß der Inhalt des Reservoirs mindestens dem 20fachen des Luftbedarfs pro Minute entsprechen. Bei mehreren Pumpen genügt das 5—10fache des Luftverbrauchs pro Minute.¹⁾

§ 57. **Allgemeines über Perkussionsbohrmaschinen.** — Die wichtigsten und bekanntesten stoßenden Bohrmaschinen sind konstruiert von Sachs, Osterkamp, Ingersoll, Burleigh, Darlington, Neill, Dubois & François, Meyer, Frölich, Schram & Mahler, Beaumont, Broßmann.

Jede Perkussionsmaschine muß drei Arbeitsleistungen verrichten, und zwar den Bohrer

1. vorstoßen und zurückziehen,
2. nach jedem Schlage umsetzen,
3. die Maschine mit dem Tieferwerden des Bohrlochs vorrücken.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 7.

Während die erste und zweite Arbeit von den Maschinen immer selbstthätig verrichtet wird, geschieht die dritte bei einigen derselben mit der Hand.

Die für die Ausübung dieser drei Arbeitsleistungen bestimmten Maschinenteile sind zwar in ihrer Ausführung sehr verschieden, im Prinzip jedoch ganz ähnlich und lassen sich deshalb nach wenigen Systemen ordnen.

§ 58. Das Vorstoßen und Zurückziehen des Meißels geschieht bei allen Maschinen dadurch, daß ein in einem Cylinder befindlicher Kolben, mit dessen Kolbenstange der Meißel verbunden ist, durch eine Steuerung und mit Druckluft — über Tage auch mit Dampf — hin und her bewegt wird.

Die Steuerung ist meistens der von Dampfmaschinen ähnlich. Es ist (mit Ausnahme u. a. der Osterkamp'schen Maschine) ein Muschelschieber, der sich in einem Schieberkasten befindet und die Luft durch Kanäle abwechselnd vor und hinter den Kolben gelangen läßt.

Während bei den bekannteren Bohrmaschinen die frische Luft, genau wie der Dampf bei Dampfmaschinen, in den Schieberkasten tritt, und die verbrauchte Luft durch die Höhlung des Muschelschiebers ihren Ausweg findet, ist die Anordnung bei der Sachs'schen Maschine die umgekehrte.

Abgesehen von den Maschinen Darlington und Neill, bei denen ein besonderer Steuerungsmechanismus überhaupt nicht existiert, geschieht die Bewegung des letzteren auf zweierlei Art, nämlich einmal — wiederum nach Art nicht rotierender Dampfmaschinen — durch die Bewegung der Kolbenstange und durch Hebelübersetzung (Ingersoll, Sachs, Meyer u. s. w.), oder dadurch, daß die Druckluft abwechselnd auf die eine oder andere Seite des Schiebers, bzw. hinter dort angebrachte kleine Kolben tritt (Dubois & François, Schram u. s. w.).

Die letztere Einrichtung hat den Vorteil, daß dadurch die Reparaturbedürftigkeit der Maschine auf ein Minimum gebracht ist. Alle Bohrmaschinen sind so eingerichtet, daß der Vorstoß gegen das Gestein mit größerer Kraft ausgeführt wird als das Zurückziehen. Man erreicht dies einfach dadurch, daß man die Luft zum Vorstoßen auf die hintere, größere Kolbenfläche wirken läßt, während sie beim Zurückziehen des Meißels nur eine ringförmige Fläche vorfindet, weil sich auf dieser Seite die dicke Kolbenstange befindet.

§ 59. Das Umsetzen des Meißels geschieht bei den verschiedensten Konstruktionen nur auf zweierlei Weise, und zwar zunächst dadurch, daß mittelst einer Schubklinke beim jedesmaligen Rückgange des Bohrers ein Rädchen (Schaltrad) um einen Zahn herumgedreht wird. An diesem Rädchen befindet sich entweder ein vierkantiger Dorn, über welchen sich der hohle Kolben hinwegschiebt (z. B. Osterkamp, Frölich u. s. w.), oder der Dorn befindet sich am hinteren Ende des Kolbens und schiebt sich durch das Rädchen hindurch (z. B. Sachs). Ist der Dorn rund, so hat er eine gerade Nut, in welcher ein in der Nabe des Schaltrades angebrachter Führungsstift gleitet. Bei dieser Anordnung können Kolben und Bohrer ungehindert hin- und hergehen, müssen aber gleichwohl der Drehung des Schaltrades folgen.

Der Mechanismus, mit dessen Hilfe der Schubklinke ihre alternierende Bewegung erteilt wird, läßt sich bei den einzelnen Maschinen leicht verstehen.

Die zweite Art des Umsetzens ist diejenige mit Drallzügen und Sperrrad (Schaltrad).

In der hinteren runden Kolbenstange sind 1 oder 2 Drallzüge, d. h. spiralförmig gewundene Nuten eingearbeitet, während ein in diese Nuten passender Stift sich in der Nabe eines Sperrades befindet, durch welches die Kolbenstange hindurch geht. Beim Zurückgehen würde der Kolben trotz der Drallzüge geradeaus gehen, wenn das Sperrad nicht durch eine Sperrklinke festgehalten würde; somit müssen Kolben und Bohrer die Drehung allein machen. Beim Vorstoßen dagegen geht der Bohrer gerade aus, weil nunmehr das Rad die Drehung mitmacht, denn die Sperrklinke hindert es an dieser Bewegung nicht.

§ 60. Das Vorrücken der Maschine. — Das Vorrücken geschieht bei allen Maschinen entweder durch Drehung einer Schraubenspindel, während die Maschine mit der zugehörigen Schraubenmutter in fester Verbindung steht — oder die letztere wird gedreht und die Spindel liegt fest, in welchem Falle die Mutter von einer Hülse umgeben ist, welche mit der Bohrmaschine ein festes Stück bildet.

Die erstere Konstruktion findet sich bei allen denjenigen Maschinen, welche mit der Hand vorgerückt werden, zu welchem Zwecke an der Spindel eine Kurbel angebracht ist (Osterkamp, Ingersoll, Darlington u. s. w.), — die andere an den Maschinen mit selbstthätiger Vorrückung (Sachs, Meyer u. s. w.).

Die Drehung der Schraubenmutter beim selbstthätigen Vorrücken wird durch eine Schubklinke vermittelt, welche ein mit der Mutter fest verbundenes Sperrad Zahn um Zahn dreht. Der Mechanismus zur Bewegung der Schubklinke ist dagegen hier sowohl, als beim Umsetzen des Bohrers bei jeder Maschine verschieden, hat jedoch auch wieder die Übereinstimmung, daß die durch eine Feder angedrückte Schubklinke nur dann einen neuen Zahn fassen und die Maschine vorwärts schieben kann, wenn das Bohrloch entsprechend weit vorgerückt ist. Hierin liegt ein Vorteil gegenüber dem Handmechanismus, denn wenn bei diesem der Arbeiter aus Unachtsamkeit zu viel dreht, so wird der Hub des Kolbens zu sehr verringert, im entgegengesetzten Falle schlägt der Kolben gegen den Cylinderdeckel und wird diesen beschädigen. Auch kann der Arbeiter bei selbstthätigem Mechanismus seine Aufmerksamkeit mehr auf alle Teile der Maschine und des Gestelles richten.

Auf der anderen Seite ist nicht zu verkennen, daß die Maschinen durch das Hinzutreten der zum selbstthätigen Vorrücken nötigen Teile nicht unwesentlich komplizierter und reparaturbedürftiger werden, weshalb es notwendig ist, eine größere Zahl Reservemaschinen vorrätig zu halten.

Übrigens kamen bei den zuerst in Anwendung gebrachten Maschinen

weit mehr Beschädigungen vor, als in neuerer Zeit, weil man damals glaubte, die Maschinen so leicht konstruieren zu müssen, daß sie womöglich ohne Gestelle von einem Arbeiter gehalten werden könnten. Da sich dies wegen der heftigen Erschütterungen als unmöglich herausgestellt und man sich überzeugt hat, daß Gestelle unentbehrlich sind, ließ man auch die Rücksicht auf die Leichtigkeit fallen. So baut man jetzt die Maschinen, wenigstens für die fahrbaren Gestelle, schwerer und in ihren zerbrechlichen Teilen recht stark.

§ 61. Meißel und deren Befestigung. — Als Meißel verwendet man Kreuzmeißel, einfache Meißel ohne und mit einer, oder zwei Ohrenschneiden, Meißel in Hufeisenform u. s. w.

Bei dem festen Gestein des Rammelsberges zeigten sich bei Anwendung der Kreuzmeißel spiralförmige Einspurungen in den Bohrlochswänden, wodurch Abweichungen von der geraden Richtung und Verklemmungen des Bohrers, ja meistens ein gänzliches Aufgeben des Loches veranlaßt wurden. Einen Kronenbohrer wollte man nicht wählen, weil bei demselben ein zu weit gehendes und somit kraftraubendes Zerkleinern des Bohrkleins im Loche (in Folge ungenügend raschen Entweichens desselben) unzweifelhaft stattgefunden hätte. Man entschied sich deshalb für einen dreischneidigen Meißel, mit welchem nicht nur der vorgenannte Übelstand beseitigt, sondern eine Leistung erzielt ist, wie sie eine andere Meißelform nicht besser schaffen kann. Daneben steht für geeignete Fälle, also für milderes, gleichmäßiges Gestein, auch der einfache Meißel in Gebrauch und ist man mit diesen beiden Formen bisher anstandslos ausgekommen.

Als Neuerung an den Bohrern ist zu erwähnen, daß man dieselben auf Zeche ver. Hamburg bei Annen (Westfalen) der Länge nach durchbohrt hat ¹⁾ und daß vom hintern Ende her ein konstanter feiner Wasserstrahl vorne an der Meißelschneide herausspritzt, — eine Einrichtung, welche übrigens schon bei der später zu erwähnenden Diamantbohrmaschine von de la Roche-Tolay angebracht war.

Jedenfalls ist diese Einrichtung sehr vorteilhaft, denn einmal findet der Meißel eine stets reine Gesteinsfläche vor und außerdem kann sich im Bohrloche kein zäher Schlamm ansammeln, welcher die Reibung vergrößert, was unvermeidlich ist, wenn das Wasser neben dem Bohrer in das Bohrloch eingespritzt, oder eingegossen wird.

Die Befestigung der Bohrer muß derart sein, daß sie ein rasches Auswechseln, nicht aber ein vorzeitiges Lösen derselben während der Arbeit gestattet. Dieser Bedingung entspricht u. a. eine aus zwei Bügeln bestehende Bohrerklammer, in welcher der eingesteckte Meißel durch zwei Schrauben festgehalten wird, siehe Taf. IV, Fig. 1.

§ 62. Maschine von Sachs. — Der Kolben hat nach der Meißelseite eine dickere, mit dem Bohrer verbundene und auf der anderen Seite eine schwächere Kolbenstange; beide gehen mit Dichtung durch die Cylinderböden.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 369.

Die Steuerung geschieht, wie bei Dampfmaschinen, durch Muschelschieber und Luftkanäle. Die Luft tritt aber zum Unterschied von jenen und von allen übrigen Bohrmaschinen unter dem Muschelschieber ein und entweicht durch Öffnungen in den Seitenwänden des Schieberkastens. Es ist damit der Übelstand verbunden, daß die Luft den Schieber abzudrängen sucht, so daß Verluste eintreten können. Um dieselben zu verhüten, wird der Schieber mit dem Deckel des Schieberkastens angedrückt und bewegt sich in demselben, wie ein Schlitten.

Am Ende der dünnen Kolbenstange ist mittelst Gelenk ein runder Stab angebracht, welcher sich durch eine Hülse schiebt. Mit letzterer steht ein um die Achse drehbarer Winkelhebel in Verbindung, dessen nach unten gerichteter Arm sich in einem, am hinteren Ende der Schieberstange befindlichen Schlitz bewegt und an den beiden Enden desselben anschlägt, bezw. den Schieber hin- und herstößt, wenn der Kolben seinen Hub nach der einen oder andern Seite beendet hat.

Das Umsetzen des Meißels. An der Achse des bei der Steuerung erwähnten Winkelhebels sitzt ein zweiter, mit welchem zwei, an einem Querhaupte befestigte Schubklinken beim Hin- und Hergange der dünnen Kolbenstange auf und ab bewegt werden.

Beide Schubklinken werden mit Hilfe von Federn gegen Sperräder gedrückt, so daß sie auf die Zähne derselben treten und die Räder beim Niedergange um eine Zahnlänge drehen.

Von diesen Sperr- oder Schalträdern hat das vor der Mitte des Cylinderbodens angebrachte doppelt so viele und halb so lange Zähne als das andere, es wird deshalb bei jedem Kolbenhube gedreht und kommt für das Umsetzen des Meißels allein in Betracht, während das andere für das Vorrücken der Maschine bestimmt ist.

Durch das erstgenannte Schaltrad geht die dünnere, runde Kolbenstange hindurch; eine in der letzteren eingebrachte Nut führt sich aber an einem im Schaltrade befindlichen Stifte, so daß Kolbenstange und Meißel die Drehung des Schaltrades mitmachen müssen.

Die Umdrehung und mit ihr das Umsetzen des Meißels erfolgt bei dessen Rückgange, der Vorstoß geschieht in gerader Richtung.

Das Vorrücken der Maschine. Das zweite Sperrad umschließt eine im Inneren mit Schraubengewinden versehene Muffe, durch welche die eine Längsstange des Rahmens als Schraubenspindel hindurchgeht. Die Muffe ist derart von einem mit der Maschine in fester Verbindung stehenden Ansätze umschlossen, daß sie sich wohl frei drehen kann, bei dem Hin- und Herbewegen auf der Spindel aber die Maschine mitnimmt.

Da die Zähne dieses Sperrades doppelt so hoch sind als diejenigen des ersteren, so faßt die Schubklinke erst dann hinter einen Zahn und bringt Sperrad und Muffe zur Umdrehung — mithin die Maschine zum Vorrücken, — wenn der Kolben beim Vorstoßen den vollen Hub macht, wenn also auch der Bohrer genügend weit vorgerückt ist. Je fester demnach das Gestein

ist, um so mehr Schläge werden nötig sein, bevor die Klinke eingreifen und die Maschine sich vorwärts bewegen kann.

Am oberen Ende der oben genannten Schraubenmuffe sitzt ein Winkelrad, in welches ein zweites eingreift. An das letztere wird eine Kurbel angesteckt, mit welcher die Schraubenmuffe und damit die Maschine samt dem Meißel schnell zurückbewegt werden kann, wenn dieser ausgewechselt werden soll.

Die Sachs'sche Maschine hat den Vorteil eines geringen Luftverbrauches, man tadelt aber an ihr die häufig vorkommenden Brüche der vielen beweglichen Teile, ein Umstand, welcher bei flottem Gange der Arbeit die Beschaffung mehrerer Reservemaschinen und die Einrichtung einer größeren Reparaturwerkstatt auf der Grube erforderlich macht. Aus diesem Grunde ist die Sachs'sche Bohrmaschine in neuerer Zeit mehr und mehr außer Anwendung gekommen.

§ 63. **Maschine von Dubois & François.** — Diese Maschine ¹⁾, durch Verbesserung derjenigen von Sommeiller entstanden, ist ebenso, wie früher die Sachs'sche, eine viel gebrauchte. Außer in französischen und belgischen Gruben ist sie in ausgedehnter Weise bei dem Richtstollen des Gotthardt-Tunnels, außerdem auch in mehreren westfälischen Gruben (Herne — Bochum, Engelsburg), ferner in Friedrichsseggen bei Oberlahnstein u. s. w. angewendet.

In einem Bronzecylinder (Taf. II. Fig. 4) bewegt sich ein Kolben *B*, dessen verlängerte Stange *A* den Bohrer aufnimmt. Mit diesem Cylinder aus einem Stücke ist die Steuerungskammer *F* angefertigt, in welcher der mit zwei kleinen Kolben *HH'* verbundene Schieber *G* spielt.

Der Kolben *H* hat eine kleinere Druckfläche als der Kolben *H'*. Die komprimierte Luft tritt in die Kammer *F* ein und drückt auf beide Kolben. Durch die größere Fläche des Kolbens *H'* erfolgt die Bewegung nach rechts, der Schieberkanal *x* öffnet sich und der Bohrer stößt gegen das Gestein.

Der Kolben *H'* ist mit einer engen Bohrung *ii* versehen, welche der komprimierten Luft gestattet in die Kammer *I* einzutreten und das Gleichgewicht auf beiden Seiten des Kolbens *H'* herzustellen. In diesem Augenblicke ist also nur noch der Druck auf den Kolben *H* wirksam und der Schieber bewegt sich nach links; dadurch wird der Kanal *z* geöffnet und der Kolben geht zurück.

Die Kolbenstange *A* trägt einen Wulst *C*, welcher in seinem rückwärtigen Laufe das Pedal *D* hebt und dadurch das Ventil *E* öffnet, die komprimierte Luft entweicht aus der Kammer *I* und der Kolben *H'* wird wiederum nach rechts geschoben.

¹⁾ Bull. de la soc. de l'ind. min., sér. 2. t. I. p. 389; t. II. p. 385. 32. 58. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1873. S. 167; 1875. S. 389; 1874. S. 21. — The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1041. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 37 und 234; 1874. S. 334.

Das Umsetzen des Bohrers geschieht durch zwei einfach wirkende Kolben PP' (Taf. II, Fig. 2, 3), deren Cylinder durch zwei Öffnungen mn (Fig. 4) mit den Schieberkanälen kommunizieren.

Die alternierende Bewegung der Kolben PP' wird durch die Stange Z dem Schaltrade V (Taf. II, Fig. 1, 4) im Vorderteile der Maschine mitgeteilt und dadurch in derselben Weise auf Kolbenstange und Bohrer eingewirkt, wie bei der Sachs'schen Maschine.

Das Vorrücken der Maschine geschieht mit der Hand und zwar dadurch, daß man mit einer Kurbel die Schraubenspindel dreht, während die zugehörige Mutter R am Bohrcylinder befestigt ist.

Die Bohrmaschinen von Dubois & François brauchen drei Pferdestärken. Bei einem Luftverbrauch von 180—200 Liter macht der Bohrer pro Minute gewöhnlich 250—300 Schläge, soll aber bis 500 machen können.

Das Gewicht der Maschine ist 220 kg, ihre Abnutzung in Folge der soliden Bauart und der geringen Zahl der beweglichen Teile eine geringe.

§ 64. Meyer'sche Maschine. — Die Maschine von R. Meyer in Mülheim a. d. Ruhr¹⁾, siehe Fig. 242, ist schwer, für fahrbare Gestelle (bei Streckenbetrieb) aber recht geeignet.

Fig. 242. Bohrmaschine von Meyer.

Die Umsteuerung erfolgt durch einen Muschelschieber, welcher durch einen von der Burleigh'schen Maschine entnommenen, auf der Kolbenstange angebrachten Wulst a und den Doppelhebel b am Ende jedes Kolbenhubes bewegt wird und zwar immer im Sinne des folgenden Kolbenweges.

Das Umsetzen des Meißels geschieht mit Hilfe der im Dorn c befindlichen Drallzüge und dem »Hämmerchen« (der Sperrklinke) d , welches durch eine Spiralfeder gegen das Schaltrad e gedrückt wird. Durch ein zweites Schaltrad e' mit Spurstift und eine im Dorn c angebrachte gerade Nut soll verhindert werden, daß beim Vorstoße des Kolbens von der beim Rückgange gewonnenen Drehung ein Teil verloren geht.

¹⁾ Glückauf. Essen 1875. Nr. 46; 1876. Nr. 4. — Berggeist. Köln 1875. S. 189.

Das Vorrücken der Maschine ist selbstthätig. Der Wulst a drückt beim Vorstoße des Meißels auf einen, durch eine Feder f hochgehaltenen Hebel g und schiebt damit ein zweites, gleichfalls durch eine Spiralfeder s vorgedrücktes Hämmerchen d' nach abwärts. Hierdurch wird das Schaltrad h und die mit demselben in fester Verbindung stehende Schraubenmutter i gedreht, was indes nur dann erfolgen kann, wenn der Kolben, nach entsprechendem Vorrücken des Meißels, den vollen Weg zurücklegt, im anderen Falle bewegt sich auch der Wulst nur teilweise vor und drückt auch das Hämmerchen d' nicht um eine volle Zahnlänge nieder, so daß dasselbe beim Aufgehen keinen neuen Zahn fassen kann.

§ 65. **Maschine von Schram und Mahler.** — Bei der Maschine von Schram und Mahler erfolgt die Steuerung ähnlich wie bei Dubois & François durch einen mit zwei Steuerkolben I und II versehenen Muschelschieber s (Taf. II, Fig. 5, 6); zur Führung ist noch der Stift t angebracht. Mit den Räumen hinter den Steuerkolben I und II ist je ein Kanal x und x' verbunden, welche im Inneren des Arbeitscylinders münden.

Da die Luft (bei a) in den Schieberkasten eintritt, so ist der Kolben K bei der in Taf. II, Fig. 5 gezeichneten Stellung auf dem Rückwege begriffen. Wird dabei die Öffnung x' frei, so tritt die Luft auch hinter den Steuerkolben I und schiebt den Muschelschieber nach rechts. Am Ende des Vorstoßens erfolgt das Umsteuern, indem die Luft durch x hinter den Steuerkolben II tritt.

Sofort nach der Umsteuerung stehen die Kanäle x und x' für einen Moment mit der Ausströmung b in Verbindung. Die Spannung der Luft wird dadurch nach dem Verschieben der Steuerkolben wieder fortgenommen, so daß die demnächst hinter den Gegenkolben tretende Luft auf der andern Seite nur den Atmosphärendruck vorfindet.

Die Vorrichtung zum Umsetzen des Bohrers besteht aus dem Sperrade r mit dem vierkantig gewundenen Dorne d , welcher in eine in der vorderen Kolbenfläche von K angebrachte Mutter u eingreift. Zwischen dem Sperrade und der Cylinderbohrung liegt eine Abschlussscheibe, durch welche der Dorn d und die beiden Kanäle v und v' hindurchgehen. In die Zähne des Sperrades greift der Sperrhaken w ein und auf den letzteren drückt der Schaltkolben k^2 .

Beim Vorschub des Arbeitskolbens drückt die komprimierte Luft durch die Kanäle v und v' gegen die untere Fläche des Schaltkolbens, der Sperrhaken wird entlastet und die Zähne des Sperrades gleiten unter ihm hinweg, wobei der Dorn dem ohne Drehung sich nach vorwärts bewegenden Arbeitskolben nachgiebt, sich also mit dem Sperrade drehen muß. Vollführt dagegen der Arbeitskolben den Rückhub, so ist die Spannung im hinteren Teile des Cylinders aufgehoben; dagegen strömt komprimierte Luft durch den Kanal y (Taf. II, Fig. 6) auf den Schaltkolben, welcher damit den Sperrhaken andrückt, das Sperrad wird festgehalten, der Arbeitskolben muß der Windung des Dornes folgen und sich drehen.

Das Vorrücken der Maschine im Führungsmantel geschieht mit der Hand.

Auch die Schram'sche Maschine hat sich mehrfach praktisch bewährt, so u. a. auf der Erzgrube Dörnberg bei Ramsbeck, in Friedrichsseggen bei Oberlahnstein, Emser Blei- und Silberwerke zu Ems, im Rammelsberge bei Goslar u. s. w.

Nach den Ramsbecker Erfahrungen leistete die Maschine in einer 7monatlichen Betriebsperiode vor einem Stollenorte das 2,75fache mit 10 % Kostenersparnis, und in einem Gesenke das 2,95fache mit 38 % Kostenersparnis im Vergleich zur Handarbeit.

Im Rammelsberge braucht man die Schram'sche Maschine für alle Gestelle, auch für leichtkonstruierte, tragbare Säulen, während man andere Maschinen von größerem Gewichte (Meyer) nur für schwere Fahrgestelle verwendet.

§ 66. Frölich'sche Maschine.¹⁾ — Die Steuerung ist derjenigen der Schram'schen Maschine ganz ähnlich.

In den beiden mit dem Muschelschieber verbundenen Steuerkolben *I* und *II* befinden sich die rechtwinkligen Kanäle *a* und *b* (Taf. III, Fig. 1), welche abwechselnd mit den in der Cylinderwand angebrachten Öffnungen *c* und *d* durch die punktierten Kanäle *e* und *f* kommunizieren.

Bei der gezeichneten Stellung des Arbeitskolbens findet die gespannte Luft durch die Öffnungen *c* und *d* ihren Eingang in beide Kanäle *e* und *f*, kann aber nur hinter den Steuerkolben *II* treten, weil der Kanal *a* nicht mit *e* in Verbindung steht. Dagegen tritt die gespannte Luft durch die Öffnung *g* vor die ringförmige Fläche des Steuerkolbens *I* und schiebt denselben gemeinschaftlich mit der hinter dem Kolben *II* befindlichen Luft nach links, bewirkt also damit die Umsteuerung.

Auf der vollen Fläche des Kolbens *I* steht bei dieser Bewegung expandierte Luft, welche so lange komprimiert werden muß, bis der Kanal *a* über der entsprechenden Öffnung von *e* steht, worauf die Luft durch *c* unter dem Muschelschieber hinweg entweicht.

Gleichzeitig wird auch die Ringfläche des Kolbens *I* im Augenblicke des Umsteuerns durch *g* mit der Ausströmung unter dem Muschelschieber in Verbindung gesetzt und damit entlastet.

Die Einströmung von gespannter Luft hinter beide Steuerkolben dauert demnach nur so lange, als die Kanäle *a* und *b* mit den Öffnungen *c* und *d* verbunden sind; hört dieses bei dem Fortbewegen des Schiebers auf, so wirkt die Luft von da ab durch Expansion.

Der eben geschilderte Vorgang findet in umgekehrter Weise statt, sobald durch die weitere Bewegung des Kraftkolbens nach links die Öffnung *c* wiederum frei wird und somit durch *a* mit der großen Fläche des Steuerkolbens *I* in Verbindung tritt.

¹⁾ Wochenschrift deutsch. Ingenieure. 1879. S. 333. — Zeitschr. deutsch. Ing. Bd. 24. S. 37; Bd. 26. S. 384.

Das Umsetzen des Meißels wird durch die mit Drallzügen versehene Spindel S und die Schalträder R und R' bewirkt. Das Festhalten des Schaltrades R beim Rückgange des Meißels, bzw. des Kolbens, geschieht wie bei Schram, durch gespannte Luft. Sobald nämlich der Kolben seine äußerste Stellung nach rechts erreicht hat, tritt der ringförmige Ausschnitt i der Kolbenstange mit k und somit durch einen seitlich angebrachten Kanal mit dem Raume hinter dem Schaltrade R in Verbindung. Da gleichzeitig der Schieber nach links geschoben ist und frische Luft auf die rechte Seite des Kolbens tritt, so gelangt ein Teil derselben auf dem angegebenen Wege auch hinter das Schaltrad R und bleibt dort so lange eingeschlossen, bis bei der äußersten Kolbenstellung nach links der Ausschnitt l mit k in Verbindung tritt und die Luft nunmehr unter dem inzwischen nach rechts geschobenen Muschelschieber hinweg entweichen kann.

Da das Schaltrad R jetzt entlastet ist und seiner Drehung im Sinne der Drallzüge nichts mehr im Wege steht, so kann der Kolben mit dem Meißel geradeaus gehen.

Die Vorbewegung der Maschine geschieht mit der Hand.

Vor beiden Cylinderdeckeln ist eine Puffervorrichtung angebracht, um die Schläge des Kolbens unschädlich zu machen.

Ebenso wie die Schram'sche ist auch die Maschine von Frölich im Rammelsberge bei Goslar in Gebrauch und gilt als recht geeignet. Sie ist gleichfalls sehr einfach gebaut und hat, wie jene, keine leicht zerbrechlichen Teile.

In den Mansfelder Kupferschiefer-Bergwerken gelangten Frölich'sche Bohrmaschinen zum Betriebe von Querschlägen auf Ottoschacht und auf den Freieslebensschächten zur Anwendung. Die Leistung betrug in der ersten Hälfte des Jahres 1885 mit je 4 Maschinen 3,89 m bzw. 3,74 m für den Arbeitstag, d. h. etwa fünfmal so viel als bei Handarbeit. Die Unternehmer bekamen neben der nötigen Druckluft von 5 Atmosphären Spannung ein Gedinge von 145 bzw. 140 Mark für 4 m, wofür sie die Beschaffung und Unterhaltung der Bohrmaschinen, die Lieferung der Sprengmittel, und die Förderung der Berge bis zu den Schächten auszuführen hatten.¹⁾

§ 67. Jäger'sche Maschine. — Die Frölich'sche Maschine hat durch Jäger in Düsseldorf einige Abänderungen erfahren, welche ihr einen selbstthätigen Vorschub und eine ebenso wirkende Arretierung des Stoßkolbens (beim Durchschlagen oder Lösen desselben) geben. Ferner liegen alle schnell verschleißenden Teile außerhalb der Maschine, können leicht ausgewechselt und fast sämtlich durch Grubenschlosser angefertigt werden. Außerdem soll die Jäger'sche Maschine durch Vereinfachung der Luftverteilung schneller arbeiten und entsprechend mehr leisten, als die ursprüngliche Frölich'sche Maschine.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 216; 1886. Bd. 34. S. 241.

Bei den Versuchen im Rammelsberge bei Goslar ergab die Jäger'sche Maschine bei geringer Reparaturbedürftigkeit und geringem Luftverbrauche eine hohe Leistung. Der selbstthätige Vorschub ist jedoch beseitigt, weil er zu oft versagte.

§ 68. Die **Maschine von Osterkamp**¹⁾ ist, wie die Sachs'sche, eine der ersten betriebsmäßig angewendeten, jetzt aber ziemlich außer Gebrauch gekommene.

§ 69. Die **Maschine von Burleigh**²⁾ ist in England und Amerika mehrfach angewendet. Ebenso die

§ 70. **Ingersoll'sche Bohrmaschine**³⁾ in New Jersey, früher u. a. auch auf Zeche Constantin.

§ 71. Die **Maschine von Haupt**⁴⁾ ist für Dampf eingerichtet. Sie hat eine hohle Kolbenstange, in welche das Bohrgezähe von hinten eingesetzt wird, so daß eine Auswechselung ohne Rückbewegung der Maschine möglich ist. Die Steuerung geschieht durch einen Schieber, das Umsetzen und Vorrücken durch Sperrklinke und Schalträder.

§ 72. Die **Maschine von Darlington**⁵⁾ steht allen bisher genannten an Einfachheit und geringer Reparaturbedürftigkeit voran. Der ihr früher anhaftende Mangel eines größeren Verbrauches von überdies stärker komprimierter Luft ist bei den neueren Maschinen durch zweckmäßige Konstruktion auf ein Minimum reduziert und wird schon durch die Verminderung der Störungen beim Betriebe reichlich ausgeglichen.

Fig. 243. Bohrmaschine von Darlington.

Die Maschine zeichnet sich allem dadurch aus, daß jeder besondere Steuermechanismus in Wegfall kommt.

Der Cylinder hat an der Seite eine Einströmungsöffnung *o* (Fig. 243) und oben in der Cylinderwand eine Ausströmung *o'*, außerdem ist an dem

1) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20 S. 349.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1872. S. 316. — Berggeist. 1872. S. 427. — Österr. Zeitschrift. 1872. S. 176.

3) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1874 S. 159 u. 437. — Hipp in Dingler's polyt. Journal. Bd. 185. S. 404.

4) Österr. Zeitschr. 1867. S. 333. — Glückauf. 1867. Nr. 39.

5) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 239.

Cylinder eine Verstärkung angegossen, in welcher sich ein Seitenkanal b befindet.

Die frische Luft drückt dauernd auf die kleinere Kolbenfläche a und schiebt zunächst den Kolben zurück. Sobald der Kanal b frei wird, tritt die Luft auch hinter die große Kolbenfläche und es erfolgt der Vorstoß mit einer der Differenz beider Kolbenflächen entsprechenden Kraft; demnächst wird der Kanal b wieder verschlossen und die Luft wirkt noch eine Zeit lang durch Expansion, bis sie nach dem Freiwerden der Ausströmung o' entweicht.

In diesem Augenblicke bekommt der dauernde Druck auf die kleinere Kolbenfläche wieder das Übergewicht und der Meißel wird zurückgezogen.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch das mit einer Sperrklinke verbundene Schaltrad s und den mit Drallzügen versehenen Dorn l , über welchen sich der Kolben hinwegschiebt.

Die Vor- und Rückwärtsbewegung der Maschine wird mit der Hand bewirkt.

Die erforderliche Spannung der Luft soll $2\frac{1}{2}$ —3 Atmosphären, der Verbrauch 0,54 l pro Hub und zwar beim Vorstoßen 0,32 l und beim Rückgange 0,22 l betragen.

Die Maschine macht bis 500 Schläge pro Minute bei 105 mm Hub; sie ist im Rammelsberge bei Goslar sehr beliebt, besonders für den Gebrauch an nicht fahrbaren Gestellen (hydraulischen Bohrsäulen) in den Abbauen.

§ 73. **Reynold's Maschine** ¹⁾ ist ähnlich der von Darlington.

§ 74. **Die Maschine von Neill** ²⁾ ist eine Verbesserung derjenigen von Darlington. Sie beseitigt den, wenn auch nur in geringem Grade bei jener vorhandenen Mangel, daß durch die Kompression der Luft im engeren Cylinderteile Kraftverluste entstehen, und giebt der Kompression nur so weit Raum, als es zur Herstellung eines Puffers notwendig ist.

Die gepreßte Luft strömt bei O (Taf. IV, Fig. 4) in den Raum r'' hinter dem Kolben K ein und stößt denselben mit Volldruck so lange vor, bis der Luftweg w bei x geöffnet wird. In diesem Augenblicke ist auch der Schlag des Bohrers gegen das Gestein ausgeführt.

Von den Cylinderräumen r und r' , welche bis dahin mit atmosphärischer Luft gefüllt waren, wird r' jetzt mit r'' in Verbindung gesetzt, der Druck auf die Ringfläche qq , welche doppelt so groß ist als $q'q'$, stößt den Kolben zurück, die Öffnung x wird geschlossen, die Ausströmung o' frei und in r' das Gleichgewicht mit der atmosphärischen Luft wieder hergestellt, worauf das Spiel von neuem beginnt. Der Raum r steht dauernd mit der Atmosphäre in Verbindung.

Das Umsetzen des Meißels und das Vorrücken der Maschine geschieht ebenso wie bei derjenigen von Darlington.

1) Österr. Zeitschr. 1876. S. 153.

2) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 239.

Die Maschine hat vor der letzteren auch noch den Vorzug, daß sie bei gleich solider Konstruktion um $\frac{1}{3}$ billiger kommt.

§ 75. **Maschine von Broszmann und Kachelmann.** Taf. VII, Fig. 2 bis 5. ¹⁾ — In die Reihe derjenigen Maschinen, bei welchen die Bewegung des Steuermachanismus unter Vermeidung aller reparaturbedürftigen und zerbrechlichen Maschinenteile einfach und zweckmäßig lediglich durch komprimierte Luft erzielt wird (Schram, Fröhlich, Jäger) ist auch diejenige von Broszmann getreten und hat sich beim Eisenerzbergbau der Ilseder Hütte in Bünten und Adenstedt in Bezug auf Leistung und geringe Reparaturbedürftigkeit sehr gut bewährt.

In Fig. 2 nehmen die Steuerkolben f ihre äußerste Stellung nach links ein und werden in derselben dadurch erhalten, daß die äußeren Flächen beider Steuerkolben entlastet sind, bzw. mit der atmosphärischen Luft in Verbindung stehen und zwar die äußere Fläche des Kolbens f' durch h' , die Einschnürung m und die Ausströmung d , diejenige des Kolbens f durch h , z und d . Der auf beiden ringförmigen Flächen stehende beständige Druck hebt sich für beide Richtungen auf.

Die komprimierte Luft tritt durch den Kanal x in den Cylinder und treibt den Kolben nach rechts, wobei die verbrauchte Luft durch z und d entweicht. Sobald der Kolbenhub nahezu vollendet ist, macht die linke Kolbenfläche die Öffnung des linken Umsteuerungskanals h frei und läßt die komprimierte Luft hinter den linken Steuerkolben f' treten. Da gleichzeitig die Einschnürung den rechten Umsteuerungskanal h mit der Ausströmung d verbindet, so kann die hinter dem rechten Steuerkolben stehende atmosphärische Luft entweichen und es erfolgt die Umsteuerung von links nach rechts, damit aber auch sofortige Entlastung des Steuerkolbens f' , weil die äußere Fläche desselben im Augenblicke des Umsteuerns durch h' , x und d mit der atmosphärischen Luft in Verbindung steht. Durch die Puffer g kann die Stellung des Steuerschiebers reguliert werden.

Das Umsetzen des Meißels geschieht durch Schaltwerke, welche aus einem geraden vierkantigen Dorne l nebst dem Sperrade q und aus einer spiralig gewundenen Kolbenstange a nebst Sperrad i bestehen. Geht der Kolben vorwärts, so wird er durch den vom Sperrad q festgehaltenen Dorn geradlinig geführt, während das Sperrad i sich wegen der gewundenen Kolbenstange drehen muß. Beim Rückwärtsgange des Kolbens wird das Sperrad i festgehalten, während sich Kolben, bzw. Meißel, der Dorn l und das Sperrad q drehen. Der Vorschub der Maschine erfolgt von Hand.

§ 76. **Andere Maschinen.** — Außer den eben aufgeführten Maschinen giebt es noch eine Anzahl anderer, deren eingehende Beschreibung zu weit führen würde. Dahin gehören die Maschinen von: Brydon, Davidson

¹⁾ Handbuch d. Ing.-Wissenschaften. Leipzig 1885. Bd. IV. Kap. VIII. S. 202, 206, 244. Taf. III, Fig. 4—4.

und Warrington (Power Jumper¹⁾, Fig. 244), Mac Kean²⁾, Ferroux³⁾, Fowle⁴⁾, Wood⁵⁾, Waring⁶⁾ (mit Dampf betrieben), Warsop⁷⁾, ferner von Austin⁸⁾, von Prince⁹⁾, der Champion von Ullathorne¹⁰⁾, von Levet¹¹⁾, die Maschine von Sotzmann¹²⁾, Rosenkranz, Angstroem,

Fig. 244. Power Jumper.

Barlow, Gottheil, Halsey (Economiser, Stugger)¹³⁾, Eclipse¹⁴⁾, Wilh. Hessel (D. R. P. Nr. 29 227), Heshuysen (D. R. P. Nr. 27 697)¹⁵⁾, H. Clark Sergeant (D. R. P. Nr. 29 472)¹⁶⁾, The Adelaide Rock Drill¹⁷⁾.

1) Amtlicher Bericht von der Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 4. S. 36. — Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 94; 1876. Bd. 24. S. 147. — Glückauf. Essen 1874. Nr. 7. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1305. — Zeitschrift d. Ver. deutscher Ingenieure. Berlin 1874. S. 721. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 245. S. 300.

2) Dr. Zwick, Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 72. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1873. S. 190. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 206. S. 172. — Bulletin de la société de l'ind. min. Paris. T. 3. p. 620, 629, 634. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 854, 878; Vol. 43. p. 238, 936, 1304, 4432; Vol. 44. p. 1097; Vol. 45. pag. 862.

3) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 367. — Österr. Zeitschr. Wien 1874. S. 354; 1875. S. 345. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 245. S. 493. — Glückauf. Essen 1874. Nr. 54. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 354. — Bulletin de la soc. de l'ind. min. Paris. 2. sér. t. 3. p. 649, 621, 634. — Bericht über die General- und Wanderversammlung des montanistischen Vereins für Steiermark u. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnten. Klagenfurt 1875. S. 37.

4) The Mechanics Magazine. Vol. 89. p. 112.

5) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 17. p. 143. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 373. — Berggeist. Köln 1873. S. 486.

6) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 17. p. 225. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 528.

7) The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 873. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 322. — Österr. Zeitschr. Wien 1876. S. 455.

8) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 392. — 9) Ebenda. Vol. 43. p. 189.

10) Ebenda. Vol. 43. p. 545, 736, 882. — 11) Ebenda. Vol. 43. p. 653.

12) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 137.

13) Ebenda. 1885. S. 273. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 444.

14) Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 903. Mit Abbildung.

15) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 166.

16) Ebenda. S. 444.

17) Fabrik von Jordan Son & Commans. Engineering. 1886. S. 636.

§ 77. **Gestelle.** — Die Konstruktion der Gestelle für die Bohrmaschinen ist von besonderer Wichtigkeit für die vorteilhafte Ausführung der Bohrarbeit. Noch im Anfange der siebziger Jahre war die Befestigung der Maschinen eine unvollkommene, so daß die Meißel bald nach Beginn der Bohrlöcher ihre Richtung veränderten und sich festklemmten. Aus diesem Grunde konnte sich die maschinelle Bohrarbeit längere Zeit keinen bedeutenden Eingang verschaffen.

Es müssen deshalb die Gestelle so konstruiert sein, daß

1. das Gestelle während der Arbeit seine Lage und Stellung nicht im geringsten ändert, damit
2. die Maschine auf dem Gestelle und somit auch der Bohrer diejenige Stellung bzw. Richtung, welche man beim Beginne des Bohrens gegeben hatte, unverändert beibehalten, andererseits
3. den Bohrmaschinen leicht verschiedene Richtungen gegeben werden können;
4. mehrere Maschinen auf einmal an dem Gestelle anzubringen sind, sobald es sich um Ortsbetrieb handelt;
5. das Gestell nicht zu schwerfällig wird, sowie schnell und sicher festgestellt werden kann.

Die neueren Gestelle von der Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz (Taf. IV, Fig. 2, 3, 4) sind kleiner als die älteren. Nur eine Säule steht auf einem vierräderigen Wagen von gewöhnlicher Spurweite, dessen Plattform hohl ist und als Wassergefäß dient.

Anßerdem ist durch Anbringen eines Gegengewichtes Q an dem die Bohrmaschine tragenden Arme, welches die Form einer runden eisernen und verschiebbaren Kugel hat, das Gewicht der Bohrmaschine ausgeglichen und wirkt nicht mehr einseitig auf die Drehung der Achse, um welche der Arm mit der Maschine in der vertikalen Ebene stellbar ist. An dieser Achse sitzt zu demselben Zwecke noch eine Bremsscheibe S mit Bandbremse, welche durch eine Schraube sicher und fest angezogen wird.

Die Gestelle sind sehr kräftig, dabei leichter als die älteren Gestelle, immer jedoch noch so schwer gebaut, daß es zur Befestigung auf den Schienen genügt, hinter je einem Vorder- und Hinterrade Klemmen anzuschrauben, welche die Schienenköpfe umschließen. Im übrigen steht das Gestell ganz frei; nur dann, wenn dasselbe nicht zwei, sondern eine Maschine trägt, wird die Säule mit Streckschrauben oder Streben gegen die Firste abgesteift.

Ein anderes sehr brauchbares Gestell ist das von Pelzer¹⁾, welches u. a. auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft im Wormreviere bei Aachen Anwendung gefunden hat²⁾. Dasselbe besteht ähnlich wie das für eine und für zwei Maschinen eingerichtete Meyer'sche Gestell aus einem gußeisernen vierräderigen Wagen, welcher einen drehbaren konischen Stempel mit

1) Revue universelle des mines. 1874. Ser. I. Bd. 36.

2) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 348. — Amtl. Bericht der deutschen Zentral-Kommission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig. Bd. 4. S. 35.

senkrechtem Schlitzte enthält. In dem Schlitzte bewegt sich der um eine Achse drehbare Arm, welcher an dem einen Ende die Maschine, am anderen ein Gegengewicht trägt. Die Befestigung des Gestelles gegen die Firste geschieht durch eine im oberen Teile des Stempels angebrachte Streckschraube.

Andere fahrbare Gestelle sind diejenigen von Ferroux¹⁾, Dubois & François²⁾, Richter³⁾, Neuburg⁴⁾, Ingersoll⁵⁾, Burleigh⁶⁾.

Für das Schachtabteufen hat die Maschinenfabrik von Sievers & Co. in Kalk bei Deutz ein den Theodolith-Stativen ähnliches dreibeiniges Gestelle⁷⁾ konstruiert, bei welchem die Maschine selbst mit den beiden Längsstangen das eine Bein bildet, während die beiden anderen Beine am oberen Ende der Maschine mittelst Gelenk verbunden und dadurch verstellbar sind. Außerdem lassen sie sich verlängern und verkürzen, so daß man dem Bohrer jede beliebige Richtung geben kann. Zur Vergrößerung der Stabilität wird in der Mitte des Gestelles ein schweres Gewicht angehängt. An zwei oben am Gestelle befindlichen Handhaben hält dasselbe ein Arbeiter während des Bohrens fest.

§ 78. Tragbare Streckengestelle.

— Wo keine Förderbahn vorhanden ist, also z. B. in den Abbauen, verwendet man an Stelle der vorhin beschriebenen fahrbaren tragbare Gestelle sogen. Bohrspreizen und hydraulische Spannsäulen. Bohrspreizen sind runde eiserne Säulen, welche da-

Fig. 245. Hydraulische Spannsäule.

1) Armengaud, Publ. industr. 1882 Bd. 28. S. 406.

2) Handb. der Ing.-Wissensch. Bd. IV. Abteil. II. S. 229.

3) Österr. Zeitschr. f. d. B.- u. H.-Wesen. 1879. Bd. 27 S. 332.

4) Handb. der Ing.-Wissensch. Bd. IV. Abteil. II. S. 232.

5) Riedler, Gesteinsbohrmaschinen. S. 28.

6) Ebenda. S. 48. Drinker, Tunneling 2 Aufl. 1882. S. 236.

7) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 47. S. 17. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. Bd. 42. S. 472. Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnten. 1874. S. 33, 74. — Berggeist 1873 S. 339. — Glückauf. 1873. Nr. 40.

durch zwischen zwei festen Flächen, gewöhnlich zwischen Firste und Sohle, befestigt werden, daß man eine kräftige Streckschraube aus dem einen Ende der Säule herausschraubt.

An Stelle der Streckschrauben, welche den Nachteil haben, daß sie sich bei fortgesetzten Erschütterungen lockern, hat man zur Befestigung des Gestelles nach Analogie des später zu beschreibenden Gestelles der Brandtschen Bohrmaschine (§ 84) zuerst im Rammelsberge bei Goslar bei tragbaren Gestellen hydraulischen Druck angewendet. Diese hydraulischen Bohrspreizen oder Spannsäulen¹⁾ bestehen aus zwei, teleskopartig ineinandergesteckten, eisernen Röhren, von denen die innere *a* (Fig. 245) gegen die äußere *b* durch eine Ledermanschette dicht abgelidert, auch am unteren Ende verschlossen ist. In die äußere Röhre wird mittelst einer hydraulischen Presse Wasser gedrückt und dadurch das innere Rohr mit seinem Teller gegen ein unter die Firste gelegtes Stück Holz gepreßt. Nachdem man alsdann noch durch die Schraube *c* dem Wasser den Rückweg abgeschnitten hat, steht die Spreize unverrückbar fest.

Die hydraulische Presse besteht aus der Pumpe *d* und dem Führungskolben *e*, welche beide durch den Schwengel *f* bewegt werden. Bei *g* und *h* liegen Ventile, welche durch Spiralfedern geschlossen gehalten werden. Beim Rückgange des Plungers wird das Wasser durch das Saugventil *g* und das Röhrchen *i* angesaugt, beim andern Wege durch das Druckventil *h* und durch eine in der Spindel *c* befindliche Öffnung fortgedrückt. Soll die Spreize gelöst werden, so öffnet man durch Zurückziehen der Spindel *c* den Kanal *k*, so daß das Wasser in die Presse zurückfließt. Die Maschine ist mit einer Kluppe an der Spreize befestigt.

Dieses Gestell, welches inkl. der Kluppe und der Druckpumpe nur 97 kg wiegt, hat sich bisher besser als irgend ein anderes bewährt. Es läßt sich leicht handhaben, in jeder Lage rasch und solide fest stellen, beengt den Arbeitsraum möglichst wenig, kostet nebst der 67 kg schweren Frölichschen Bohrmaschine 1000 Mk. und wird von der Duisburger Maschinenfabrik geliefert.

Bei einer neueren Abänderung (D. R. P. Nr. 36643) hat J. Frölich innerhalb des ausgebohrten Schaftes *b*, siehe Fig. 245, einen im Boden mit einer Öffnung versehenen und im unteren Teile mit Flüssigkeit gefüllten Röhrenkolben angebracht, in welchem durch Drehung einer von oben eingesteckten Schraubenspindel ein Taucherkolben verschoben werden kann. Schraubt man den letzteren nieder, so wird die Flüssigkeit unter den Röhrenkolben gedrängt und schiebt denselben aus dem hohlen Schafte heraus.

§ 79. Resultate der Arbeit mit stoßenden Bohrmaschinen²⁾. — Seitdem die Maschinen und noch mehr die Gestelle in zweckentsprechender Weise konstruiert sind, hat man ganz außerordentlich günstige Resultate mit sto-

1) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 240. — Eisenbahn. 1882. Bd. 14. S. 98.

2) Preuß. Ztschr. 1868. Bd. 16. S. 311 (Altenberg bei Aachen); 1869. Bd. 17. S. 24 (Sulzbach-Altenwald); 1872. Bd. 20. S. 349.

Benden Bohrmaschinen erzielt. Während man sich noch im Anfange der siebziger Jahre, abgesehen vom Tunnelbetrieb, überall im Versuchsstadium befand, hatte man vom Jahre 1876 an auf mehreren westfälischen Gruben die glänzendsten Resultate aufzuweisen, so zunächst auf der Grube Sieben Planeten bei Langendreer, sodann auf den Gruben ver. Hamburg bei Witten, ver. Konstantin der Große bei Bochum, Schacht Clerget bei Herne, Grube Hansa bei Dortmund u. s. w., indem man mit vier Maschinen monatlich 90—120 m Querschlagslänge auffuhr.

Auf Zeche ver. Hamburg mußten die Arbeiter in jeder Schicht nach dem Wegthun der Bohrlöcher das Ort beräumen, die gefallenen Berge einladen und 100 m weit fortschaffen. Dabei betrugen Leistung und Kosten pro Monat:

a. Handbetrieb:

im Schieferthon	50 m	50 Mk.
im Sandstein	32 -	75 -

b. Maschinenbetrieb:

im Schieferthon	108 m	65 Mk.
im Sandstein	75 -	90 -

Das Reinigen abwärts gehender Bohrlöcher erfolgt im Rammelsberge durch Einschütten von Wasser mittelst einer kleinen Büchse, weil sich herausgestellt hat, daß tiefere Bohrlöcher selbst mit den kräftigsten Wasserstrahlen nicht gereinigt werden konnten, so daß der sich zusammenballende Bohrschmand Meißelklemmungen verursachte (vergl. § 64, Wasserspülung auf Zeche ver. Hamburg). Aufwärts gehende Löcher werden ganz trocken gebohrt.

Im Etatsjahre 1880/81 wurden auf 1 m Bohrlochtiefe an Bohrern verschlagen:

Bei einmännischem Handbohren 8,3 Stück, bei Maschinenarbeit mit Bohrern von der Größe der zweimännischen 2,2 Stück.

Das durchschnittliche Bohrlohn für 1 m hat betragen

	bei Handarbeit	bei Maschinenarbeit
1880/81	75,76 ₰	238,52 ₰
im Vorjahr	86,20 -	279,08 -
also 1880/81 weniger	10,44 ₰	40,56 ₰

Diese bedeutende Verminderung der Bohrlöhne hat ihren Grund zum Teil in geringerer Gesteinsfestigkeit an einigen Punkten, zum Teil aber auch in der Vervollkommnung der Maschinen und darin, daß die Arbeiter sich größere Fertigkeit angeeignet haben. Die mechanische Leistung bei der Maschinenarbeit beträgt deshalb auch jetzt das $3\frac{1}{2}$ fache der Handarbeit, während sie sich anfänglich nur auf das $2\frac{1}{2}$ fache belief.

Die durchschnittlichen Kosten für 1 Ctr. Erz stellten sich bei Handarbeit im Jahre 1875 auf 15,50 ₰, bei Maschinenarbeit im Jahre 1880/81 auf 8,13 ₰.

Im allgemeinen steht es fest, daß die günstigen Resultate des Maschinenbohrens gegenüber der Handarbeit mit der Härte des Gesteines wachsen. Man sollte deshalb bei dem gegenwärtigen Stande der Bohrarbeit in mildem Gesteine vorerst alle Mittel anwenden, welche auf den Erfolg der Handarbeit von Einfluß sein können (kurze Schichtenzeit, Arbeiten bei guter Aufsicht, Entbindung der Häuer von allen Nebenarbeiten, s. § 6 und 7), bevor man Maschinenarbeit einführt.

β. Drehende mechanische Bohrmaschinen.

§ 80. **Maschine von de la Roche-Tolay.**¹⁾ — Diese Maschine erregte auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 Aufmerksamkeit; ihre arbeitenden Teile waren schwarze Diamanten, welche in einem Stahlringe (nach Leshot) in zwei konzentrischen Reihen gefaßt waren.

Der Stahlring war an dem vorderen Ende einer hohlen Bohrstange befestigt, welche in einem Mitnehmer so angebracht war, daß sie sich mit dem letzteren drehen mußte, sonst aber sich frei in der Längsrichtung bewegen konnte.

Das gepreßte Wasser wirkte auf einen Kolben, welcher über der Bohrstange angeordnet war, und durch diesen mittelst Pleuelstange, Doppelkurbel und Getriebe auf den Mitnehmer; auf der Kurbelachse befanden sich zwei Schwungräder.

Ein Teil des Kraftwassers stand dauernd auf dem hinteren Ende der Bohrstange und drückte so den Diamantring gegen das Gestein, während durch eine kleine Öffnung etwas Wasser in die hohle Bohrröhre eintrat und das Bohrloch ausspülte (vergl. § 64). Beim Bohren bildete sich ein Kern, welcher sich in die hohle Bohrstange hineinschob.

Die Maschine soll bei Gesteinsarbeiten über Tage angewendet sein; für Grubenbetrieb dürfte sie kaum geeignet erscheinen, weil die Schwungräder zu viel Platz beanspruchen und die Diamanten leicht verloren gehen.

§ 1. Die **Bohrmaschine von Brandt**²⁾ in Hamburg (Taf. V, Fig. 2) wird

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 404, 418. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 782. — Bulletin de la soc. de l'ind. min. Paris. 2. sér. T. I. p. 390.

2) Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. »Ein neues System der Gesteinsbohrung durch hydraulischen Druck und rotierende Stahlbohrer.« Von A. Riedler, Konstrukteur an der k.k. technischen Hochschule in Wien. Wien 1877, bei Lehmann & Wenzel. — »Der Bau des Sonnenstein-Tunnels mit Rücksicht auf die Verwendung von Gesteinsbohrmaschinen, System Brandt.« Zeitschr. des österr. Ingenieur- und Architektenvereins. Jahrg. 1878. Heft 4. Wien 1878, bei R. v. Waldheim. Verfasser: Professor Ritter v. Grimbürg. — Glückauf. Essen 1879. Nr. 70. — Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1884. — Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 240. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 225. S. 60; Bd. 227. S. 56. Kärnthener Zeitschr. 1877. S. 358. — Österr. Zeitschr. 1877. S. 515, 554. — Kärnthener Zeitschr. 44 (1879). S. 218. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1879. S. 214, 149. — Freib. Jahrb. 1879. S. 190. — Österr. Zeitschr. 1879. S. 179; 1884. S. 346, 388, 397.

durch eine kleine zweicylindrige Wassersäulenmaschine betrieben, deren rechter Cylinder d in der Figur angedeutet ist. Die Kraftwasser gelangen aus der Hauptleitung durch ein Gelenkrohr bei a in die Maschine. Die letztere wirkt mittelst zweier Kurbeln auf eine Schnecke und diese auf das Schneckenrad h , an dessen Drehung auch der mit ihm fest verbundene Mitnehmercylinder p teilnehmen muß. An dem vorderen Ende des letzteren — im Mitnehmerkopfe k — ist der Bohrkopf l nebst der hohlen Bohrstange q und dem Bohrer m derart befestigt, daß der Bohrer sich mit dem Mitnehmercylinder wohl drehen muß, aber unabhängig von diesem vorgeschoben und zurückgezogen werden kann, zu welchem Zwecke der Bohrkopf l außerdem mit dem Preßcylinder i in fester Verbindung steht.

Der letztere steckt als Plunger, durch eine Stopfbüchse abgedichtet, in dem Vorschubcylinder o , welcher seinerseits durch Hauptstück und Spannschuh (f, g) mit der hydraulischen Spannsäule n (Bohrspreize) in Verbindung steht.

Das Vorrücken des Bohrers während der Drehung erfolgt dadurch, daß mittelst des Verteilungshahnes b ein Teil des Kraftwassers durch das Kupferröhrchen r in den Vorschubcylinder gelangt.

Ein anderer Teil des Kraftwassers wird durch das Röhrchen r dauernd auf die dem Boden des Preßcylinders i entgegengesetzte schmale Ringfläche geführt (Differentialkolben). Sobald der Wasserdruck durch entsprechende Drehung des Hahnes b aus dem Vorschubcylinder o entfernt ist, kommt der Druck auf die Ringfläche zur Geltung und es erfolgt das Zurückgehen des Bohrers.

Es mag gleich an dieser Stelle erwähnt werden, daß auch die Spannsäule aus Vorschub- und Preßcylinder besteht und daß sie genau in der eben beschriebenen Weise mit Hilfe des Kraftwassers der Hauptleitung festgestellt und gelöst wird.

Das Abwasser der Maschinen findet seinen Abfluß durch den Schlauch s . Ein Teil desselben gelangt aber bei entsprechender Drehung des Hahnes c durch das Rohr v in das Innere des Preßcylinders i und von da als Spülwasser durch die hohle Bohrstange ins Bohrloch.

Maschine und Spannsäule, durch einen Ziehring verbunden, befinden sich beide auf einem Transportwagen.

Der arbeitende Teil des Bohrers ist ein Stahlring von 75—78 mm äußerem Durchmesser (Fig. 245), dessen vordere Kante je nach der Festigkeit des Gesteines mit 2—5 Zähnen versehen ist. Die Wirkung der Zähne soll keine schneidende, sondern eine brechende sein.¹⁾ Der sich in die hohle Bohrstange schiebende Kern bricht meistens von selbst ab und wird mit dem Bohrer herausgezogen.

1) Über sonstige Meißelformen bei drehendem Bohren s. Ržiha, Tunnelbaukunst. S. 156. — Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 340.

Auf der Zeche Rheinpreußen¹⁾ bei Ruhrort war die Brandt'sche Bohrmaschine auf der Wettersohle (246 m u. T.) und auf der 4. Tiefbausohle (340 m u. T.) thätig. Da man die Kraftwasser in einer besonderen Rohrleitung vom Tage herein nahm, so arbeitete die Maschine mit ca. 24,6 bzw. 31 Atmosphären, und zwar in zweispurigen Querschlägen von 2,3 m lichter Weite und 2 m Höhe. Der Wasserverbrauch betrug inkl. demjenigen für die Ventilation (§ 83) 4,85 cbm pro Stunde.

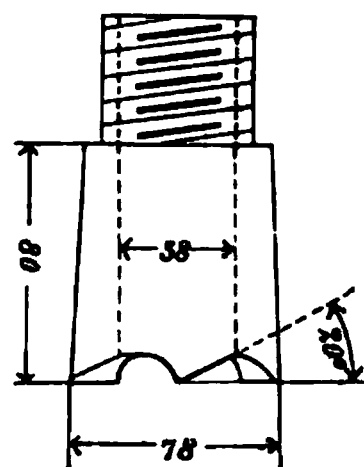


Fig. 245.
Stahlring der Brandt'schen Bohrmaschine.

Um ebensoviel wird allerdings die Wasserhaltungsmaschine mehr belastet, man erspart aber dafür eine besondere Maschinenanlage. Bei hohen Drucksätzen kann man das Wasser auch aus dem Druckrohre entnehmen, indem man dieses unten anbohrt.

Die Bohrlöcher können bei dem großen Durchmesser von 75—80 mm auch mit einem entsprechend großen Quantum Sprengmaterial, und zwar mit $2\frac{3}{4}$ kg Dynamit (das Einbruchsloch erhält 5 kg) versehen, die Anzahl der Bohrlöcher dagegen bis auf 12 bis 13 von etwa 4 m Tiefe vermindert werden. Die letzteren werden in nahezu gerader Richtung gebohrt und, abgesehen vom Einbruchsloche, gleichzeitig abgeschossen. Die vereinigte Kraft des Sprengmaterials wirkt zertrümmernd auf das Gestein, ein Umstand, welcher den Nachteil im Gefolge haben kann, daß auch das Gestein außerhalb des Streckenquerschnittes in seinem natürlichen Zusammenhange gestört wird, besonders wenn Gesteinsscheiden (Schlechte u. s. w.) vorhanden sind. Auf Zeche Rheinpreußen hat es sich übrigens herausgestellt, daß Stöße und Firste der Querschläge nicht in dem Maße an Haltbarkeit verloren haben, als man es anfangs befürchtete.

§ 82. Leistung der Brandt'schen Maschine.²⁾ — Die Leistung auf Zeche Rheinpreußen bei Anwendung nur einer Maschine war im Durchschnitte von $12\frac{1}{2}$ Monaten (Oktober 1879 bis August 1880) in Sandstein und Schiefer (4:3) monatlich 69 m, im Monat Januar 1885 dagegen 144,5 m.

Die Kosten pro Meter stellten sich:

für Sprengmaterial	30,05 Mk.
- Arbeitslohn, Reparaturen u. s. w.	25,03 -
Im ganzen	55,08 Mk.

also etwa 40—45 Mk. höher, wie bei Handarbeit.

Nach den Betriebsergebnissen in Bleiberg³⁾ (Kärnthen) kam die Arbeit mit der Brandt'schen Bohrmaschine 20% teurer, als mit Handarbeit, war aber der letzteren um den 5—6fachen Zeitgewinn überlegen. Die höheren

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. S. 187.

2) Ebenda. S. 188.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1884. S. 399.

Gestehungskosten lagen besonders in dem dreifach höheren Verbrauch an Sprengmaterial.

In Příbram stellten sich die Kosten sogar doppelt so hoch, als bei Handarbeit, was wahrscheinlich in der größeren Härte und ganz besonders in der, den Gesteinen des Gangbergbaues im allgemeinen eigenen, größeren Spannung (§ 2) begründet ist.

Auf der Zeche Shamrock war die Leistung in der 2,0 m hohen und 2,50 m breiten Hauptförderstrecke in der II. Tiefbausohle bei 2 Maschinen im Durchschnitt von 10 Monaten der Jahre 1885/86 täglich 4,027 m, bei 54,60 Mark für 1 m (davon durchschn. 18 Mk. für Sprengmaterial), während bei der Handarbeit im Durchschnitt von 4 Monaten des Jahres 1884 die Leistung 0,43 m bei 64,57 Mark für 1 m betrug. — Das zum Bohren erforderliche Betriebswasser wird aus den oberen Mergelschichten entnommen, indem man an einem angesetzten Stutzen eines eisernen Segment-Tübbings eine schmiedeeiserne Rohrleitung angeschraubt hat. Das pro Arbeitstag verbrauchte Wasserquantum beträgt 22—25 cbm.

Auf den Ernstschächten der Mansfelder Gewerkschaft¹⁾ betrug die Leistung im Jahre 1885 bei ungestörtem Bohrbetriebe in Sandstein und grobem Konglomerat täglich durchschnittlich 4,2 m. Der dem Unternehmer gewährte Gedingesatz war 128 Mk., der Verbrauch an Sprenggelatine im Konglomerat 34 kg und im Sandstein 16 kg für 1 m Länge.

§ 83. Vorzüge und Nachteile der Brandt'schen Bohrmaschine. — Als ein wesentlicher Vorzug, den die Brandt'sche mit allen drehend wirkenden Bohrmaschinen teilt, ist die geringe Reparaturbedürftigkeit hervorzuheben; man braucht deshalb bei eiliger Arbeit auch nur eine Reservemaschine.

Vielfach wird es als ein Nachteil der hydraulischen Bohrmaschinen überhaupt betrachtet, daß die verbrauchte Kraft nicht gleichzeitig zur Ventilation zu gebrauchen sei. Dieser Nachteil ist auf Zeche Rheinpreußen auf zweierlei Weise beseitigt.²⁾

Erstlich ließ man, nachdem die Löcher angesteckt waren, aus der Hauptleitung durch eine Brause Wasser gegen den Ortstoß spritzen, welches bei seiner feinen Verteilung den Dampf des Sprengmaterials fast vollständig niederschlug, während er bei Luftmaschinen auf der ganzen Strecke entlang steht, sodann führte man, gleichfalls aus der Hauptleitung, von 100 zu 100 m ein dünnes Kupferröhrchen in eine vom Schachte bis vor Ort reichende Holzlutte. Aus der 1—2 mm weiten Öffnung des nach dem Orte zu umgebogenen Röhrchens schießt ein Wasserstrahl heraus, welcher die Wetter in der Lutte nach Art der Wassertrommeln ansaugt und gleichzeitig vordrückt.

Auf der Zeche Shamrock werden die Sprenggase mittels eines durch eine Turbine betriebenen Ventilators von 800 mm Flügeldurchmesser be-

1. Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 242.

2. Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1884. S. 154.

seitigt. Beim stärksten Laufe liefert der Ventilator 50 — 60 cbm Luft pro Minute und verbraucht die Turbine 250 l Wasser. Da die Ventilation aber nur etwa 30 Min. pro Tag angewendet wird, so stellt sich der tägliche Wasserverbrauch für die Ventilation auf 7,5 cbm.

§ 84. **Gesteins-Drehbohrmaschine nach E. Jarolimek.**¹⁾ — Diese Bohrmaschine wird mit Luft oder Dampf getrieben. Als Motor dient eine zweicylindrige Maschine mit Exzentersteuerung, welche ebenso wie bei der Brandt'schen Bohrmaschine durch eine Schnecke einen Mitnehmercylinder, durch diesen aber eine Schraubenspindel in Rotation bringt. Die letztere ist mit dem Mitnehmercylinder durch eine Längsnut verbunden, so daß sie sich frei hin und her bewegen kann, und trägt an ihrem einen Ende das hohle Bohrgestänge mit dem Bohrer (Vollbohrer oder Ringbohrer).

Die Schraubenspindel umschließt ein Rohr, durch welches Spülwasser geleitet wird; dasselbe kommt durch zwei im Bohrer angebrachte Öffnungen zum Austritt.

Außerdem ist die Schraubenspindel rückwärts vom Mitnehmer in einer Schraubenmutter verlagert, welche beim Betriebe der Bohrmaschine jedoch nicht fest steht, sondern durch Differentialgetriebe beim Vorwärtsgange in demselben Sinne wie die Schraubenspindel, jedoch mit beliebig geringerer Geschwindigkeit bewegt wird. Zu diesem Zwecke greift ein Getrieberad, ähnlich wie der Mitnehmer, in die Längsnut der Schraubenspindel ein, während ein anderes Getriebe mit der Schraubenmutter fixiert ist.

Durch Wechsel des ersteren Getriebes kann der Vorschub des auf der Schraubenspindel befestigten Bohrers beliebig reguliert werden.

Das rasche Vor- und Zurückführen des Bohrers beim Gestänge- oder Bohrerwechsel geschieht durch einen besonderen eincyindrigen Motor.

Die Bohrmaschine ist ähnlich wie die Brandt'sche an einer Spannsäule befestigt. In dem festen Dolomit des Tiefbaues zu Raibl versuchsweise angewendet, ergab sie bisher ähnliche Resultate wie die Brandt'sche Maschine in festem (aber gleichartigem) Gesteine.

§ 85. **Maschine von Trautz.** — Von C. Trautz in Kalk bei Deutz ist eine drehende Bohrmaschine konstruiert, welche wie die Handbohrmaschinen von Lisbeth, Stanek und Reska mit Spiralbohrern arbeitet und deshalb wohl nur für milde Gesteine, wie Kohle, Steinsalz u. s. w. bestimmt ist. Die Maschine wird durch einen mit zwei oszillierenden Cylindern versehenen und mit Dampf oder komprimierter Luft gespeisten Motor bewegt. Der Vortrieb des Bohrers geschieht mittelst Differentialschraube, ähnlich wie bei der Maschine von Jarolimek.

B. Das Wegthun der Bohrlöcher.

§ 86. **Gezähe und Materialien.** — Zum Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher gebraucht man an Gezähen und Materialien:

1. Österr. Zeitschr. 1884. S. 164, 184, 199, 211.

Den Stampfer, die Schießnadel oder Räumnadel, Besatz, Patronen, Sprengmaterialien und Zünder.

§ 87. **Der Stampfer**, dasjenige Gezähstück, mit welchem man den Besatz, also den Verschuß des Bohrloches feststampft, besteht in der Regel aus einem eisernen, seltener hölzernen runden Stabe, der nach unten zu dicker wird; in diesem Teile befindet sich eine Längsnut, in welche die Schießnadel oder die Zündschnur paßt.

Von den Bemühungen, die eisernen Stampfer durch solche von Bronze zu ersetzen, um das Funkenreißen zu verhüten, ist man zurückgekommen, da die Explosionen, welche während des Besetzens in der That vorgekommen sind, nicht in Funkenreißen begründet sein können, weil das Sprengmaterial durch den ersten Besatz schon vollständig abgesperrt ist. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß in solchen Fällen schon der erste Besatz gegen die Regel (oft durch Schlagen mit dem Fäustel) zu fest gestampft war, so daß dadurch eine Kompression und folglich auch Erhitzung der eingeschlossenen Luft herbeigeführt und hierdurch die Explosion veranlaßt wurde. Eine Entzündung zunächst der feineren Pulverteile ist dabei ebenso erklärlich, wie diejenige eines Stückes Schwamm in dem aus der Physik bekannten pneumatischen Feuerzeuge.

§ 88. **Der Besatz**. Der Besatz ist dasjenige Material, mit welchem das im Bohrloche befindliche Sprengmaterial abgeschlossen wird. Dies Abschließen erfolgte ursprünglich durch den Schießpflock, ein genau passendes Stück Holz, in welchem sich eine Furche für die Zündung befand und welcher in das Loch getrieben wurde.

Diese umständliche, kostspielige und gefährliche Methode wurde bis zum Jahre 1687 beibehalten, bis durch einen Sachsen Carol Zumbe beim Oberharzer Bergbau der Lettenbesatz eingeführt wurde.¹⁾

Das beste Besatzmaterial wird, wie am Harze, aus quarzfreiem mildem Thonschiefer hergestellt, indem man denselben fein pocht oder mahlt und in eine ziegelsteinähnliche Form bringt. Außerdem dienen zu demselben Zwecke alle zur Hand befindlichen weichen Gesteinsarten, sodann Ziegelbrocken, alter Mörtel u. s. w. Die Verwendung des Mörtels ist wegen des darin befindlichen Sandes nur dann ohne Bedenken, wenn keine eisernen Schießnadeln angewendet werden.

Zweckmäßig ist es, besonders beim Schießen mit der Nadel (§ 89), etwas weichen Letten zuerst unmittelbar auf die Patrone, sodann aber auch auf jeden »Bund« Besatz zu bringen. Der Letten drängt sich beim Besetzen in die Zündspur, macht deren Wandung nach dem Herausziehen der Nadel glatt (besonders wenn man die Vorsicht gebraucht, die Nadel vor dem Herausziehen einige Male zu drehen) und verhütet dadurch, daß einzelne Besatzbröckchen in die Zündspur fallen und dieselbe verstopfen. Aus letzterem

¹⁾ Hoppe, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. 2. Liefg.

Grunde wird auch die Oberfläche des Besatzes um die Nadel herum mit weichem Letten verstrichen.

Bei Dynamit genügt ein Besetzen mit Wasser oder Sand; indessen ist auch hier die Wirkung bei festem Besatze eine bessere, ja bei weiten Bohrlöchern und festem Gesteine ist derselbe unbedingt notwendig.

Die in früherer Zeit angewendete und auch neuerdings von Gurlt wiederum vorgeschlagene Methode des Hohlraumschießens oder des Schießens mit Expansion, wobei über oder unter der Ladung ein hohler, vom Besatze nicht ausgefüllter Raum blieb, hat keinen praktischen Wert. Bei neueren Versuchen in Saarbrücken¹⁾ zeigte sich eine erheblich größere Wirkung im Bleicylinder, siehe § 112, wenn der Hohlraum mit Sand ausgefüllt wurde, woraus sogar folgt, daß der Hohlraum schädlich wirkt.

§ 89. Die Schiels- oder Räumnadel wird in neuerer Zeit vorwiegend aus Kupfer oder dessen Legierungen angefertigt, weil beim Herausschlagen eiserner Nadeln leicht Unglücksfälle durch Funkenreißen entstehen können. Die Nadel muß bis zur Spitze hin allmählich dünner werden und vollkommen rund sein; auch ist auf den dauernd guten Zustand der Nadel sorgfältig zu achten.

Vor dem Einstecken in die Patrone wird die Nadel mit Öl bestrichen und dabei gleichzeitig mit den Fingern untersucht, ob sie frei von Beulen und Häkchen an der Spitze ist. Nach dem Besetzen des Loches soll die Nadel mit der Hand, oder mit dem, durch das Ohr gesteckten Stampfer etwas gedreht werden, wodurch man sie lockert und gleichzeitig die Wänden der Zündspur glättet. Sodann wird die Nadel mit der Hand, oder dadurch herausgezogen, daß man den Stampfer als Hebel braucht, indem man sich in der Nähe des Bohrloches einen Stützpunkt sucht.

§ 90. Sprengmaterialien. Allgemeines. — Sprengmaterialien sind feste oder flüssige chemische Verbindungen, deren Bestandteile sich bei der Entzündung plötzlich in gasförmige Verbindungen umsetzen. Die Spannung dieser Gase ist die Sprengkraft, welche von der Zündstelle aus nach allen Richtungen hin in gleicher Weise wirkt.

Der chemische Vorgang, auf welchem die Entstehung der Gasverbindungen beruht, ist die Verbrennung, also die Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff. Der verbrennende Teil — Kohlenstoff — nimmt den nötigen Sauerstoff aus einem in dem Sprengmaterialie enthaltenen sauerstoffreichen Körper. Explosion ist momentane Verbrennung, bzw. plötzliche Bildung von gasförmigen Verbrennungsprodukten mit hoher Spannkraft.

Die letzteren sind hauptsächlich Kohlensäure und Wasser, bei nicht genügend vorhandenem Sauerstoff auch Kohlenoxydgas. Ein Teil des Sprengmaterials kann sogar unverbrannt entweichen, und dürfte es lediglich einer solchen unvollkommenen Verbrennung zuzuschreiben sein, wenn man hier und da hört, die Sprenggase irgend eines Sprengmaterials verursachten Kopfweg, Übelkeit u. s. w.

1) Klose in Preuß. Zeitschr. 4883. Bd. 34. S. 97.

Im allgemeinen ist dasjenige Sprengmaterial am stärksten, bei welchem die größte Gasmenge in der kürzesten Zeit und unter Entwicklung der höchsten Temperatur durch die Explosion erzeugt wird.

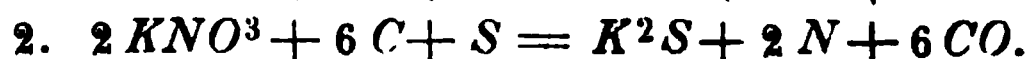
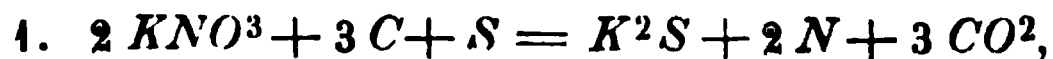
Hiernach muß zunächst der Kohlenstoff leicht entzündlich, mithin möglichst fein verteilt sein, der sauerstoffhaltige Körper muß seinen Sauerstoff leicht und schnell abgeben, die Bestandteile, welche demnächst eine gasförmige Verbindung eingehen sollen, müssen innig gemengt sein, und endlich muß sich die Ursache der Entzündung, welche zunächst nur auf einen kleinen Teil des Sprengmaterials wirkt, möglichst in demselben Momente durch die ganze Masse fortpflanzen.

Nach letzteren Gesichtspunkten lassen sich die Sprengmaterialien in zwei Klassen bringen, nämlich zunächst in solche, bei denen sowohl der Kohlenstoff, als auch der sauerstoffhaltige Körper in fester Form vorhanden, sind — das Pulver und seine Surrogate, — und in solche, bei denen entweder beide Körper oder einer von ihnen flüssig sind bezw. vor der Fabrikation waren — die sprengöhlhaltigen Materialien und die Schießbaumwolle.¹⁾ — Es ist klar, daß die vorstehend aufgeführten Bedingungen am vollständigsten bei der letzteren Art von Sprengmaterialien erfüllt werden, woraus die größere Kraft derselben im Vergleich zum Pulver erklärlich ist.

a. Sprengmaterialien mit festen Gemengteilen.

§ 94. **Das Pulver.** — Das Pulver (Grubenpulver, Sprengpulver) besteht aus Kohlenstoff (*C*), Kaliumsalpeter (KNO^3) und Schwefel (*S*). Die Kohle wird aus den weichsten Holzarten hergestellt, der Salpeter enthält den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff, während der Schwefel in dem Augenblicke, in welchem die Umsetzung der einzelnen Körper erfolgt, eine Verbindung mit dem Kalium des Salpeters eingeht und dadurch sowohl die momentane Abgabe des Sauerstoffs befördert, als auch eine fast vollständige Beseitigung der Kaliumkarbonatbildung herbeiführt. Durch letzteren Umstand wird mit der in höherem Maße frei werdenden Gasmenge die Spannung vergrößert.

Je nach dem Verhältnisse des Salpeters zur Kohle entsteht bei der Verbrennung Kohlensäure oder Kohlenoxyd. Theoretisch läßt sich dieses durch folgende chemischen Formeln zeigen:



Das Schwefelkalium bildet hauptsächlich den bei der Verbrennung des Pulvers bleibenden, festen Rückstand.

Da die Verbrennung des Pulvers zu Kohlensäure eine vollkommenere,

¹⁾ Über Sprengen mit Ätzkalk s. § 436.

lebhaftere ist und sich dabei die höchste Temperatur entwickelt, so muß das sogenannte Kohlensäurepulver stärker sein als das Kohlenoxydpulver.

Auf der anderen Seite wird das Pulver durch Zusatz von Kohle billiger, bei höherem Salpetergehalte teurer.

In Prozenten ausgedrückt enthalten 100 Gewichtsteile rund:

bei Jagdpulver	78 Salpeter
	40 Schwefel
	42 Kohle,
bei starkem Sprengpulver . . .	75 Salpeter
	42 Schwefel
	43 Kohle,
bei schwachem Sprengpulver . .	64 Salpeter ¹⁾
	46 Schwefel
	20 Kohle.

§ 92. **Gemengtes Pulver.** — Die Bemühungen, die Kosten für das Sprengpulver zu verringern, bzw. dessen Sprengkraft zu erhöhen, führten zu den Versuchen, dasselbe mit billigen Materialien, wie Kalk, gewöhnlichem Sägemehl, Hornspänen, Messingfeile u. s. w. zu vermengen. Selbstverständlich konnte durch alle diese Materialien der Preis des Pulvers nur auf Kosten der Sprengkraft verringert werden, da man dem Pulver weder mehr Sauerstoff zuführte, noch auch an die Stelle der Holzkohle einen anderen, leichter entzündlichen, kohlenstoffhaltigen Körper setzte.

Die Versuche mit diesem gemengten Pulver fielen an einigen Punkten günstig, an anderen ungünstig aus; günstig überall da, wo man früher zu viel Pulver verwendet, oder wo das unvermischte Pulver im Vergleiche zur Gesteinsbeschaffenheit eine unnötig große Kraft hatte.

§ 93. **Lithofrakteur²⁾** — weißes Sprengpulver; die Kohle ist durch eine helle Substanz ersetzt, welche aus einem mit Salpetersäure behandelten Sägemehle oder Kleie bestehen dürfte. Das Pulver ist schwer entzündlich, ein Umstand, der nicht zu dessen Gunsten spricht; in Kohle und zerklüftetem Gestein sind denn auch die mit diesem Pulver angestellten Proben nicht günstig ausgefallen.

§ 94. **Das Haloxylin.** — Das Haloxylin ist dunkelgrau, es enthält keinen Schwefel und neben der Kohle Blutlaugensalz. Das Haloxylin wird in Böhmen vielfach verwendet und seht in seiner Wirkung dem Pulver ziemlich gleich.

§ 95. **Komprimiertes Pulver** (Kartuschenpulver, gepreßtes, prismatisches Sprengpulver) wird von der Rheinischen Pulverfabrik in Kernen von cylindrischer Form von 4 cm Länge und, je nach der Bohrlochweite, von 22 oder 35 mm Durchmesser mit einem Längskanal in der Mitte, geliefert. Dasselbe besteht aus gewöhnlichem Pulver und verhält sich im Preise zu

1) Mitunter findet man noch schwächeres Pulver mit 62% Salpeter.

2) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7 A. S. 176.

letzterem wie 1,43:1 (50:35 Mk.), in der Wirkung hingegen nach den bisherigen Erfahrungen wie 1,71:1, so daß sich die Sprengkosten etwas niedriger stellen würden ¹⁾, was indes nicht überall konstatiert ist.

Beim Besetzen werden die Kartuschen für das Bohrloch in der erforderlichen Länge abgezählt und nacheinander in die Patronenhülse gesteckt. Die Patrone wird sodann sanft bis auf die Bohrlochssohle gebracht. Das Wegthun der Schüsse findet mit Sicherheitszündern statt.

Die mit dem komprimierten Pulver erzielten Resultate sind meistens günstige gewesen. So zeigten sich auf den Steinkohlengruben Ver. Mathilde und König in Oberschlesien, sowie auf den königlich sächsischen Werken in Zaukeroda übereinstimmend eine geringe Rauchentwicklung, ein geringerer Sprengmaterialverbrauch (die Kosten blieben in Zaukeroda dieselben), ferner eine Erhöhung des Stückkohlenfalls und eine (in Zaukeroda um 10⁰%) höhere Arbeitsleistung. Auf der fiskalischen Steinkohlengrube Kronprinz bei Saarbrücken ist das komprimierte Pulver obligatorisch eingeführt ²⁾, auch haben die günstigen Ergebnisse in Bezug auf Stückkohlenfall durch umfassende Versuche auf den Gruben Gerhard und Heinitz Bestätigung gefunden. ³⁾

Gegen Feuchtigkeit ist das komprimierte Pulver allerdings ebenso empfindlich, wie Kornpulver.

Es muß jedoch erwähnt werden, daß nach den auf den Saarbrücker Gruben angestellten Versuchen mit komprimiertem Pulver im Bleicylinder die gute Wirkung desselben weniger der Form, als der ausgezeichneten Qualität zuzuschreiben war, da zerbrochene Patronen eine weit größere Kraft zeigten, als unzerbrochene ⁴⁾, vielleicht deshalb, weil die Entzündungsgeschwindigkeit durch die dichte Oberfläche erheblich vermindert wird.

§ 96. Sprengsalpeter von J. W. Rüschel in Butzbach (Großherzogthum Hessen) besteht aus Kohle, Schwefel und Natriumsalpeter anstatt des Kaliumsalpeters, ist deshalb billiger (um 10 $\frac{1}{2}$ pro kg), aber auch schwächer und hygroskopischer als Grubenpulver. Bei geringem Widerstande ist Sprengsalpeter mit Vorteil angewendet, so in Steinkohle auf den Saarbrücker Gruben und beim Kalisalzbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle.

Neuerdings hat man auf dem Salzbergwerk Schmidtmansschacht bei Aschersleben komprimierten Sprengsalpeter angewendet, welcher sich um $\frac{2}{9}$ billiger stellte, als der gewöhnliche Sprengsalpeter. ⁵⁾

§ 97. Sprengpulver von Himly besteht aus Salpeter, chlorsaurem Kali und Hartpech, welche Bestandteile durch Zusatz von Benzin zu einer innigen Mischung gebracht werden. Versuche bei der Kohlengewinnung auf der Königsgrube in Oberschlesien haben ergeben, daß das Himly'sche Sprengpulver in seiner Wirkung das gewöhnliche schwarze Sprengpulver nicht

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 245.

2) Ebenda. 1883. Bd. 34. S. 490; 1884. Bd. 32. S. 274.

3) Ebenda. 1885. Bd. 33. S. 247.

4) Ebenda. 1883. Bd. 34. S. 97.

5) Ebenda. 1885. Bd. 33. S. 247.

unwesentlich übertrifft, bis jetzt aber bei dem Preise von 0,90 Mark pro 1 kg für eine weitergehende Verwendung zu teuer ist. ¹⁾

§ 98. **Holzpulver** ²⁾ (64,4 % Natriumsalpeter, 26,5 % Holzstoff und 12,1 % Schwefel) hat sich auf Grube v. d. Heydt in Saarbrücken nur in beschränktem Maße brauchbar gezeigt.

§ 99. **Andere Pulversorten.** — Außerdem giebt es noch eine Anzahl neuerer Pulversorten, bei denen als verbrennlicher Körper statt Holzkohle irgend eine andere Kohlenstoff haltende Substanz, wie präpariertes Sägemehl, Kleie, Zucker, Blutlaugensalz u. s. w. enthalten ist; bei einigen ist auch der Salpeter durch sauerstoffreiche Salze, z. B. chlorsaures Kali, ersetzt.

Hierher gehören: das Pulver von Davey, Schulze, Küp in Mülheim a. d. Ruhr, Designolle und Neumayr, sowie das Ammoniakrut und Dykerhoffs Patentpulver (Fabrik von Ed. Dahl bei Honnef).

Keine dieser Sorten hat nennenswerte Vorzüge vor dem gewöhnlichen Pulver; dennoch kann die eine oder andere derselben mit Vorteil Verwendung finden, wenn z. B. die betreffende Fabrik in der Nähe der Grube liegt, so daß an Frachtkosten erspart wird.

§ 100. Die **Entzündung aller Pulversorten** geschieht durch Feuer, welches zunächst einem Teil desselben direkt zugeführt wird und sich von da durch die ganze Masse verbreitet, wobei es wahrscheinlich ist, daß durch die Hitze und die Spannung der zuerst entwickelten Gase die Entzündung beschleunigt wird.

Entzündungs- und Explosionstemperatur liegen bei diesen Pulversorten nahe zusammen, ein bis zur Entzündung erhitzter Teil veranlaßt die Explosion der ganzen Masse. Jedoch findet dieselbe nicht so momentan statt, wie bei den folgenden Sprengstoffen, sie verteilt sich auf einen gewissen Zeitraum, welcher zur Sprengkraft des Materials in umgekehrtem Verhältnisse steht.

b. Sprengmaterialien mit flüssigen Gemengteilen.

§ 101. **Das Sprengöl** (Nitroglycerin), der neutrale Salpetersäureäther des Glycerins, wurde von Sobrero im Jahre 1847 zu Paris entdeckt, aber erst durch den Schweden Alfred Nobel 1862 in die Technik eingeführt. Dasselbe hat jetzt noch insofern Wichtigkeit, als es der eigentlich wirkende Bestandteil der stärksten Sprengstoffe ist. In reinem Zustande wird es seiner Gefährlichkeit wegen nicht mehr in den Handel gebracht.

Das Sprengöl wird dargestellt durch Einwirkung von konzentrierter Salpeter- und Schwefelsäure auf Glycerin (Ölsüß), wobei das letztere den Kohlenstoff in flüssiger Verbindung ($C^3H^8O^3$) enthält. Der Sauerstoff wird von den übrigen gleichfalls flüssigen Verbindungen geliefert.

1) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 248; 1886. Bd. 34. S. 243.

2) Ebenda. 1884. Bd. 29. S. 245.

Die wichtigsten Eigenschaften des Sprengöls sind folgende:

Es ist eine helle, ölige, in Äther und Alkohol lösliche Flüssigkeit von 1,6 spez. Gewicht, ohne Farbe und Geruch, sowie von schwach süßlichem Geschmacke, welche schon bei Genuß von kleinen Quantitäten giftig wirkt und Kopfschmerzen, sowie Kolik hervorruft. Das Sprengöl erstarrt je nach der Darstellungsweise bei 7,2 bzw. 11,8° C. zu einer festen Masse, deren Zerteilung durch Schlagen oder Brechen äußerst gefährlich ist und zu den schwersten Unglücksfällen Veranlassung gegeben hat.

An Feuer entzündet, brennt das Sprengöl mit Flamme ohne Explosion ruhig ab, weil es zu derjenigen Gruppe von Sprengstoffen gehört, bei denen Entzündungs- und Explosionstemperatur weit auseinander liegen. Eine Zündschnur bringt deshalb Sprengöl nicht zur Explosion. Durch heftigen Schlag dagegen erfolgt momentane Entzündung der ganzen Masse, also Explosion, weil sich der auf einen Teil des flüssigen Sprengöls ausgeübte Schlag, bzw. die dadurch erzeugte Entzündung, sofort durch die ganze Masse fortpflanzt und weil in einer Flüssigkeit die Mengung der C- und O-Atome eine viel innigere ist, als bei festen Sprengmaterialien.

Bei der Anwendung von Sprengöl kam es mehrmals vor, daß ein Teil desselben unverbrannt in die vorhandenen oder beim Anfange der Explosion gebildeten Gesteinsspalten eindrang und beim Ansetzen neuer Bohrlöcher durch die Fäustelschläge zur Explosion gebracht wurde.

Die dadurch herbeigeführten Unglücksfälle und andere in der überaus leichten Entzündlichkeit des Sprengöls begründete Übelstände waren die Veranlassung, daß der Fabrikant Alfred Nobel in Hamburg ein anderes Sprengmaterial, das Dynamit, fabrizierte, bei welchem die Entzündlichkeit und damit die Gefährlichkeit wesentlich verringert wurde, allerdings auf Kosten der Sprengkraft.

§ 102. Dynamit. — Die stärkste Sorte Dynamit besteht aus 75% Sprengöl und 25% eines sehr feinen Kieselpulvers, der sogenannten Infusorienerde (Kieselguhr — mikroskopisch kleine Tiermuscheln), welche sich in großer Menge bei Lüneburg findet. Dieses Kieselpulver ist ein für die Sprengkraft indifferenter Körper, welcher lediglich den Zweck hat, die einzelnen Sprengölteilchen gewissermaßen auseinander zu ziehen und damit deren momentane und leichte Explosion bei Schlagwirkung zu erschweren.

Außer der eben genannten Sorte Dynamit werden auch schwächere fabriziert (Sorte II und III), bei denen der Sprengölgehalt bis auf 55% herabgeht.

Das Dynamit brennt beim Entzünden durch Feuer an der Luft ebenso wie das Sprengöl ohne Explosion ruhig ab, es erleidet durch Feuchtigkeit in kurzer Zeit keine nennenswerte Veränderung, kann deshalb länger in der Grube aufbewahrt werden, als Pulver, und eignet sich ganz besonders zum Sprengen nasser Bohrlöcher. Bleibt aber das Dynamit längere Zeit mit Wasser in Berührung, so findet eine Osmose zwischen Wasser und Nitroglycerin statt, das letztere sammelt sich im Bohrloche an und hat sich bei-

spielsweise in einem Falle (Zeche Rheinpreußen) entzündet, als nach weggethanem Schusse ein Arbeiter mit dem Krätzer in die stehengebliebene Pfeife fuhr, um deren Tiefe zu messen.

Kann man also in solchem Falle ein Bohrloch nicht bald abschießen, dann ist es nach diesem Vorgange geraten, wasserdichte Patronen zu verwenden.

Das Dynamit ist eine graubraune, geruchlose Masse, bei $+ 8^{\circ}$ C. fettig teigartig, in der Kälte hart und muß dann vorsichtig wieder erwärmt werden, was am einfachsten dadurch geschieht, daß man das Dynamit in die Grube bringt oder in einem, in warmes Wasser gestellten Gefäße aufbewahrt. Für größere Quantitäten, die man nicht in die Grube bringen will oder kann, hat man Kammern mit Luftheizung oder ein größeres Gefäß mit doppelten Wänden, zwischen welche warmes Wasser gegossen wird; auch stellt man die Dynamitkiste auf Pferdedünger. Die besonders bei der Luftheizung entwickelte Wärme muß indes sehr mäßig gehalten werden, damit keine Zersetzung des Sprengöls eingeleitet wird, welche allem Anscheine nach dessen Explosionsfähigkeit derart erhöht, daß man Selbstentzündung zu befürchten hat¹⁾, vergl. S. 191.

Einzelne Patronen tragen die Arbeiter am besten in einer Kleider- tasche bei sich.

Vor allen Dingen darf Dynamit nicht der strahlenden Wärme ausgesetzt werden, auch nicht in der Nähe von heißen Öfen, Dampfkesseln u. s. w. aufgetaut werden.

Ebenso wie das Nitroglycerin ist das Dynamit durch langsame Erhitzung auf 180° C. zur Explosion zu bringen, schnell erhitzt explodiert es bei 200° C. Starke mechanische Schläge, welche in der getroffenen Dynamitmasse 180° Temperatur erzeugen, können eine Explosion veranlassen.

Durch direkten Sonnenschein wird Dynamit allerdings entzündet, brennt aber in offenen Behältern mit ruhiger Flamme ab, während in fest verschlossenen Gefäßen, ebenso wie beim Sprengöl, durch die Spannkraft der entwickelten Gase eine Explosion eintreten kann. Man transportiert deshalb das Dynamit, welches möglichst dicht in Patronen gepackt geliefert wird, in leichten Holzkisten.

Der elektrische Funke bringt direkt keine Explosion hervor, folglich ist auch der Blitz bei Transport und Aufbewahrung gefahrlos.

Ebenso wenig hat man das Dynamit dadurch zur Explosion bringen können, daß man es (durch Herabschleudern eines Fäßchens mit Dynamit aus der Höhe von 30 m auf Felsboden) Stößen aussetzte, wie sie beim Transport kaum in derselben Heftigkeit vorkommen können.

Die Entzündung des Dynamits wird herbeigeführt, indem man an dem einen Ende der Zündschnur ein Zündhütchen mit Knallquecksilber

¹⁾ Mitteilungen des Vereins für die berg- u. hüttenm. Interessen im Aachener Bezirke. 103. Sitzung des Vorstandes am 25. Juni 1884.

mittelst einer Zange befestigt, dasselbe in die Dynamitpatrone, bzw. in eine besondere Schlagpatrone, einschiebt und die Patrone so fest zubindet, daß die Zündschnur sich nicht herausziehen kann.

Der Knallsatz explodiert bei der Entzündung durch die Zündschnur und der dadurch herbeigeführte Schlag ist stark genug, um auch das Dynamit zur Explosion zu bringen. Da die Gefahr der Explosion der Dynamitpatronen selbst mit dem Einführen der Zündschnur entsteht, so soll diese Manipulation erst unmittelbar vor der Sprengung vorgenommen werden.

Während das reine Sprengöl 13 mal so stark ist als Pulver, so hat Dynamit nur etwa die 7—8 fache Stärke. Eine weitere Verstärkung würde dadurch zu erreichen sein, daß man statt der Infusorienerde ein Material anwendet, welches mehr als 75 % Sprengöl aufsaugen kann, ohne dasselbe wieder tropfenweise ausschwitzen zu lassen, — ein Umstand, welcher bei nachlässiger Fabrikation auch bei Dynamit eintritt, sich selbst bei geringhaltigeren Sorten durch fettige Flecke an den Patronen bemerkbar macht und alle Gefahren des reinen Sprengöls wieder hervorruft.

Bis jetzt ist außer bei der Sprenggelatine und dem Gelatinedynamit (§§ 105, 106) ein derartiges Material nicht aufgefunden, obgleich eine große Anzahl neuer Erfindungen lediglich dieses Ziel verfolgte.

§ 103. **Das Dualin**¹⁾ ist eine mit Salpeter- und Schwefelsäure behandelte Holzsubstanz, welche nicht mehr als 50 % Sprengöl aufsaugen kann.

§ 104. **Verbesserter Lithofrakteur oder Lithofrakteur-Dynamit**²⁾ enthält 52 % Nitroglycerin, gemischt mit Kieselguhr, Steinkohle, Natriumsalpeter und Schwefel, ist also Dynamit mit ca. 20 % eines kohlenreichen Sprengpulvers.

§ 105. **Sprenggelatine** soll nach Nobel um 50—60 % stärker sein als 75prozentiges Dynamit. Die effektive Mehrleistung gegen das letztere betrug in Ramsbeck 8—11 %, wobei der Kostenpunkt nicht in Rechnung gezogen wurde. Ferner ist das Material vollständig unveränderlich in Wasser, friert erst unter 0°, also schwerer als Dynamit und taut deshalb auch leichter auf, es erfordert aber dieselben Vorsichtsmaßregeln wie bei Dynamit.

Beim Ausschießen der unterirdischen Maschinenräume auf der fiskalischen Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz O/S³⁾ stellte man vergleichende Versuche zwischen 75prozentigem Dynamit (190 Mk. pro 100 kg) und Spreng-

1) Berggeist 1869. S. 270, 346; 1870. S. 290, 293. — Glückauf. 1869. Nr. 30; 1870. Nr. 8, 29. — Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 332; 1872. Bd. 20. S. 354. — Österr. Zeitschr. 1870. S. 53, 150. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 119, 311.

2) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 284. — Österr. Zeitschr. 1869. S. 301; 1871. S. 25. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1870. S. 235. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 153. — The Mechanics Magazine. London. Vol. 94. p. 347.

3) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 275; 1883. Bd. 31. S. 191.

gelatine (290 Mk. pro 100 kg loco Tarnowitz) an; das letztere wurde unter Zusatz von 25 % des erstgenannten Dynamits in Form von Schlagpatronen verwendet.

Auf 1 cbm ausgeschossenen Raum in sehr festem Dolomit mußte von Dynamit 0,524 kg, dagegen von Sprenggelatine mit $\frac{1}{4}$ Dynamitzusatz nur 0,247 kg aufgewendet worden, die Kosten bei 1 cbm stellten sich demnach auf 0,997 Mk. bzw. 0,665 Mk. Neben dieser Ersparung von 33,3 % an den Kosten stellte sich bei Anwendung der Sprenggelatine eine Mehrleistung heraus, welche bis auf 50 % stieg.

Hiernach ist die Sprenggelatine in weiten Räumen und festem, geschlossenem Gestein dem Dynamit weit überlegen, wie denn überhaupt jedes stärkere Sprengmaterial am vollständigsten in weiten Räumen zur Geltung kommt, weil dort der Unterschied in der Größe der, der Stärke verschiedener Sprengmaterialien entsprechenden, Geschicke, vergl. § 130, weit größer genommen werden kann, als in engen Räumen.

Auch beim Mansfelder Kupferschieferbergbau²⁾ stellten sich Leistung und Kosten wesentlich günstiger, als bei Dynamit.

Die Sprenggelatine, durch 7—10 % Collodiumwolle und Nitroglycerin erzeugt, ist eine gummiartige, etwas elastische, in Farbe und Aussehen der Glycerinseife ähnliche Masse. Angezündet brennt sie in kleinen Quantitäten und ohne festen Einschluß ruhig und ohne Rückstand auf, dagegen kann eine langsame Erhitzung von 60 °C. an bei 240 °C. eine Explosion herbeiführen. Gegen Stöße und Schläge ist Sprenggelatine weit unempfindlicher, als Dynamit, deshalb sind auch beim Gebrauche stärkere Zündhütchen und besondere Schlagpatronen erforderlich, welche angeblich aus Schießwolle, Salpeter und geschliffenem Holzstoffe, mit 90 % Sprengöl getränkt, bestehen.

In neuerer Zeit sind indes mehrere Explosionen vorgekommen, welche auf eine Selbstentzündung³⁾ entweder der Sprenggelatine selbst oder zunächst der Vorschläger (Schlagpatronen) zurückgeführt werden, so am 9. November 1880 in dem Magazine der Zeche Rheinpreußen bei Homberg (mit 25 Zentner Dynamit und 3 Zentner Sprenggelatine nebst Vorschlägern), ferner in einem unterirdischen Magazine in Ramsbeck und in einer Fabrik bei Mansfeld (Filiale der Dynamitfabrik von Opladen), wo 96½ Zentner Nobel'sche Gelatine explodierten, trotzdem die Temperatur in dem Magazine höchstens 12—15 ° betragen haben soll. Nach diesen Vorgängen ist bei Anwendung und Aufbewahrung der Sprenggelatine sowohl, als auch des im Nachstehenden beschriebenen Gelatinedynamits (§ 106) in erwärmten Räumen Vorsicht geboten.

Was den Kostenpunkt betrifft, so sind Fälle bekannt, wo die Gestehungskosten pro Meter bei Sprenggelatine höher kamen, als bei Dynamit I, so in Bleiberg bei Anwendung der Brandt'schen Bohrmaschine³⁾.

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 275; 1883. Bd. 31. S. 191.

2) Österr. Zeitschr. 1884. S. 313.

3) Ebenda. 1884. S. 393.

§ 106. **Das Gelatinedynamit oder Dynamit (neu)** ist gleichfalls stärker, als Kieselguhrdynamit, hat aber genau dessen Farbe und Aussehen und verhält sich im übrigen sowohl gegen Wasser und Temperatur, als auch in seiner Gebrauchsweise ganz ebenso, wie die Sprenggelatine.

Nach Nobel soll das Dynamit (neu) die vortheilhafteste Verwendung gegenüber der Sprenggelatine besonders dort finden, »wo ein langsames Vorschreiten der Arbeiten erwünscht ist« (?), gegenüber dem Kieselguhrdynamit beim Arbeiten unter oder im Wasser und dort, wo es weniger auf lokale Zertrümmerung, als auf Ablösen großer Massen ankommt. In Friedrichgrube bei Tarnowitz hat sich Gelatinedynamit nicht bewährt¹⁾.

Um die Gefahr einer Selbstentzündung dieser Nitrosprengstoffe durch rasche Zersetzung zu vermeiden, empfiehlt es sich, kleine Proben jeder Lieferung etwa 8 Tage lang einer dauernden Wärme von 70° auszusetzen und diejenige Lieferung sofort unschädlich zu machen, von welcher die Probe im Laufe der 8 Tage explodiert ist oder sichtbare Spuren der Zersetzung (in Form roter Dämpfe von Untersalpetersäure) ausgestoßen hat. Auch ist es eine Mahnung zur Vorsicht, wenn schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ein Streifen blaues Lakmuspapier, welches man mit einer Probe des Nitrosprengstoffes in ein verschlossenes Gefäß oder unter eine Glasglocke gelegt hat, sich innerhalb 14 Tagen rötet.

§ 107. **Lignose**, anscheinend eine mit Nitroglycerin getränkte Holzfaser, ist in Oberschlesien auf mehreren Gruben angewendet. Die Erfolge waren im allgemeinen nicht ungünstig, wenigstens ergab sich für die Lignose die dreifache Kraft gegenüber dem Grubenpulver (danach wurde auch der Preis pro Zentner etwa 10,50 Mk. billiger gestellt, als derjenige für 3 Zentner Pulver); es kamen aber sehr häufige Versager vor. Das Dynamit kann durch Lignose nicht ersetzt werden, da dieselbe keine Nässe erträgt²⁾.

§ 108. **Schießbaumwolle**³⁾ wird jetzt nur noch in komprimiertem Zustande angewendet. Sie ist eine durch Behandlung von Pflanzenfaser (Baumwolle) mit Salpetersäure gewonnene weißgraue Masse, ähnlich wie gepreßte Pappe und wird meist in Patronen von 25 mm Durchmesser, 100 mm Länge und 60 g Gewicht gepreßt. Die Masse ist fest und läßt sich in ihrer Querrichtung, nicht aber in ihrer Längsrichtung zertheilen. Die Patronen sind mit starkem Papier umwickelt.

Man unterscheidet Zündpatronen und Sprengpatronen. Beide sind von gleicher Zusammensetzung, jede Zündpatrone hat jedoch ein Loch an ihrem Kopfe, welches zum Einsetzen der Zündschnur und des Zündhütchens dient. Außerdem ist sie durch einen wasserdichten Überzug gegen andringendes Wasser in nassen Bohrlöchern geschützt, da sie in trockenem Zustande ver-

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 191.

2) Ebenda. 1875. Bd. 23. S. 95.

3) Wirkungen und Vorzüge der komprimierten Schießbaumwolle von Wolff & Co., Walsrode. — Dinger's polyt. Journal. Bd. 185. S. 148.

wendet werden muß. Die Sprengpatronen bedürfen keines wasserdichten Überzuges, da sie auch in feuchtem Zustande (freilich schwerer) durch die Zündpatrone mit zur Explosion kommen.

Die trockene Schießbaumwolle hat sehr wesentliche Vorzüge, sowohl dem Pulver, als auch den Sprengöl enthaltenden Materialien gegenüber, wie auf mehreren westfälischen Zechen (Westfalia, Concordia, Hamburg, Ringeltaube, Mansfeld), sowie auf den Werken der königlichen Berginspektion in Dillenburg im Jahre 1878 durch eingehende Versuche festgestellt ist.

Zunächst wurde durch Auflegen von Patronen auf Eisenplatten ermittelt, daß die Schießwolle dem Dynamit in Bezug auf Kraftäußerung in keiner Weise nachstand.

Sodann zeigte sich bei Schießwolle eine noch größere Unempfindlichkeit gegen Stoß als bei Dynamit, indem nicht einmal durch einen aus der Nähe abgefeuerten Pistolenschuß eine Explosion hervorgebracht werden konnte.

Ferner kann es als ein wesentlicher Vorteil gelten, daß die Schießwolle von Temperaturunterschieden absolut nicht beeinflußt wird, sie schwitzt in der Hitze nicht aus und erstarrt nicht in der Kälte, so daß die durch unvorsichtiges Erwärmen von Dynamitpatronen oder gar durch Zerbrechen derselben so häufig vorgekommenen schweren Unglücksfälle vermieden werden.

Auf den oben genannten westfälischen Zechen, sowie auf den Galmeigruben bei Iserlohn, ist die v. Förster'sche Schießbaumwolle seit dem Jahre 1877 zur Sprengung in Kohle und Gestein benutzt worden. Bei sorgfältiger fester Besetzung des Bohrlochs und bei Aufsetzung einer kleinen Pulver- oder Dynamitpatrone sind die sonst relativ häufigen Versager oder nur teilweisen Explosionen vermieden und hat sich diese Schießbaumwolle in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten als dem Dynamit ebenbürtig erwiesen.

Der eben erwähnte Übelstand, daß die Sprengpatrone nicht immer durch die Zündpatrone zur Explosion gebracht wurde, zeigte sich auch in Ibbenbüren, wurde aber bei fortgesetzten Versuchen weniger beobachtet.

Auf den Freieslebensschächten bei Mansfeld fielen die Versuche im Vergleich zu Dynamit, am Rammelsberge bei Goslar und auf den Gruben der Berginspektion Silbernaal in Grund im Vergleich zu Pulver ungünstig aus.

Im ersteren Falle kostete 1 m Ortslänge im Rotschönberger Stollen mit Schießbaumwolle 25,53 Häuerschichten und 29,12 Mk. für Sprengmaterialien, überhaupt 110,03 Mk. Bei Anwendung von Dynamit dagegen nur 15,37 Häuerschichten und 23,26 Mk. für Sprengmaterial, im ganzen 71,53 Mk. Außerdem kamen zweimal, trotz aller Vorsicht, bei der Einführung der Patronen in die Bohrlöcher zu frühzeitige Explosionen vor.

In den beiden anderen Fällen versagten mehrfach die Schüsse und es erhöhten sich die Gewinnungskosten für ein Festmeter Gestein — sowohl bei fester, als auch bei milder Beschaffenheit desselben — auf das

Doppelte, zuweilen sogar auf das Dreifache der gewöhnlichen Gewinnungskosten.

Der Preis stellt sich bis jetzt für 100 kg

Schießwolle auf . . .	340 Mk
Dynamit - . . .	213 -
Pulver - . . .	62 -

so daß hiernach die hohen Kosten der allgemeineren Einführung der Schießwolle in erster Linie im Wege stehen.¹⁾

Gleich ungünstige Resultate ergaben sich bei den königl. sächsischen Steinkohlenbergwerken in Zaukeroda²⁾ und in Saarbrücken³⁾.

c. Neuere Sprengmaterialien.

§ 109. **Kinetit.** — Dieses von der Firma Petry & Fallenstein zu Düren angefertigte Sprengmaterial⁴⁾ besteht aus Nitro- und einfachen Kohlenwasserstoffen, Nitro-Cellulose, sowie salpetersauren und chlorsauren Salzen mit einem geringen Zusatz von Goldschwefel (Antimonpentasulfid). Die Explosion wird durch ein stark geladenes Zündhütchen herbeigeführt. Versuche, welche auf einzelnen Bergwerken im Reviere Siegen II, Düren und Commern-Gemünd angestellt wurden, haben günstige Erfolge ergeben. Auf Grube Diepenlinchen bei Stolberg ist die Arbeitsleistung beim Kinetit durchgängig größer als bei Dynamit ausgefallen, während die Gesamtaufahrungskosten beim Schachtabteufen sich höher als mit Dynamit stellten. Am Osterwalde waren die Resultate im Vergleich zu Gelatinedynamit I ungünstig.⁵⁾

§ 110. **Romit** von Sjöberg ist eine etwas klebrige chemische Verbindung ohne Gehalt an Nitroglycerin und Schießbaumwolle. Dieselbe soll nicht gefrieren und nur im geschlossenen Raume durch Zündhütchen explodieren.⁶⁾

§ 111. **Hellhoffit**⁷⁾ und **Carbonit**.⁷⁾ — Von dem Artilleriehauptmann Albr. Hellhoff in Berlin wurde zunächst Hellhoffit erfunden und von der Firma Schmidt & Bichel in Berlin fabrikmäßig dargestellt. Dasselbe wurde bei Versuchen in Neunkirchen bei Saarbrücken auf zweierlei Weise hergestellt, nämlich einmal aus 4 Dinitrobenzol [$C_6H_4NO_2)_2$] und $4\frac{1}{2}$ Salpetersäure (HNO_3), das andere mal aus Nitrobenzol ($C_6H_5NO_2$) und Salpetersäure im Verhältnis von 4 : $2\frac{1}{2}$ Gewichtsteilen.

Da Hellhoffit jedoch Mängel zeigte, welche geeignet erschienen, der Einführung dieses Materials beim Bergbau Schwierigkeiten zu bereiten, so

1) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 242.

2) M. Georgi im Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1882.

3) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 190.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 65, 443.

5) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 242.

6) Zeitschr. des Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Vereins. 1885. S. 190.

7) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 59.

haben die Fabrikanten aus dem eigentlichen Hellhoffit ein neues Sprengmittel, Carbonit, bereitet, welches von blaugrauer Farbe, plastisch wie Dynamit ist und ein spec. Gew. von 1,3 hat. Patronen, welche 2 Stunden in Eis verpackt lagen, waren vollkommen plastisch geblieben. Nach Angabe der Fabrikanten soll Carbonit dieselbe Kraft besitzen, wie Guhrdynamit.

§ 112. **Sonstige neuere Sprengstoffe.**¹⁾ — Bronolit (von B. Brones in Wien) besteht aus Doppelsalzen des Natriumpikrates mit den Pikraten von Baryum und Blei, Kalisalpeter und hochnitriertem Naphtalin. — Nitro colle von Lelarge und Amiaux, im wesentlichen nitrierter Leim. — Cacao pulver enthält statt Kohle Torfmull. — Hannan's Sprengstoff aus 48 chlorsaurem Kalium, 24,3 Salpeter, 10,6 Blutlaugensalz, 11,6 Holzkohle, 5 Paraffin, 0,5 Eisenoxyd. — Cooppal's Pulver aus nitriertem Holzstoff mit Salpeter und Stärke. — Bautzener Sprengstoff besteht aus Salpeter und nitrificierter Cellulose, hat zwar gegen Dynamit 20 % geringere Kraft, ist aber nur halb so teuer, trocken, gefahrlos herzustellen, gefriert nicht und ist unexplosibel, wenn er nicht durch starke Sprengkapseln zur Detonation gebracht wird. — Diorrexin: 42,78 Kalisalpeter, 23,16 Natronsalpeter, 13,40 Schwefel, 7,49 Holzkohle, 10,97 Buchensägespäne, 1,65 Pikrinsäure, 0,55 Wasser. Ferner Petralit, Janit, Carboazotim, Azotim Amidogène, Lederit, Vulkanit, sowie an indirekt explodierbaren Stoffen: Rhexit, Arlberger Dynamit. — Über die Zusammensetzung dieser Stoffe vergl. Berg- und Hüttenm. Zeitung 1885, S. 457 — Dingler's polyt. Journal, Band 257, S. 167. — Schultze-Pulver²⁾ ergab in Saarbrücken im komprimierten Zustande eine der komprimierten Schießbaumwolle etwa gleiche, dem Guhrdynamit etwas überlegene Kraft, es ist aber teuer und kann, einmal feucht geworden, nicht zur Explosion gebracht werden.

d. Mechanische Arbeit und Kraftproben.

§ 113. **Die mechanische Arbeit der Sprengstoffe.**³⁾ — Auf Grund der Untersuchungen von Roux und Sarrau⁴⁾, welche die Sprengstoffe in einem abgewogenen Wasserbade zur Explosion brachten und aus der Temperaturerhöhung des Wassers die entwickelten Kalorien berechneten, stellt sich der hieraus abgeleitete theoretische Arbeitswert der heute gebräuchlichsten drei Sprengstoffe und derjenige des Nitroglycerins für 1 kg wie folgt:

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1883. S. 553. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 258. S. 220. — Österr. Zeitschr. 1885. S. 4.

2) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 244.

3) Franz v. Ržih a in Zeitschr. d. Österr. Ingenieur- u. Archit.-Vereins. 1886. Heft I. S. 19.

4) Comptes rendus 1873, pag. 438, 478; deutsch in Dingler's polyt. Journal. 1873. I u. II. S. 303 u. 21.

Sprengstoff	Theoret. Arbeit in mkg	Wertverhältnisse	
Sprengpulver mit 62 ⁰ / ₀ Salpeter	242,335	1,00	—
Dynamit mit 75 ⁰ / ₀ Nitroglycerin	548,250	2,26	1,00
Gelatine mit 92 ⁰ / ₀ Nitroglycerin	766,913	3,16	1,40
Nitroglycerin	794,565	3,28	1,45

Diese theoretischen Wertverhältnisse zeigen auch eine große Übereinstimmung mit praktischen Ermittlungen, welche ein Verhältnis zwischen Pulver (62⁰/₀) und Dynamit von 1 : 2,50, zwischen Dynamit und Gelatine von 1 : 1,4 ergaben.

§ 114. **Kraftmesser für Sprengstoffe.** — Zum Probieren der Stärke des Grubenpulvers verwendet man entweder die Stangenprobe oder die Pistolenprobe, neuerdings auch vielfach diejenige in ausgehöhlten Bleicylindern.

Bei der Stangenprobe hat man einen, mit Zündpfanne versehenen kleinen metallenen Mörser, auf welchen eine Platte von bestimmtem Gewichte paßt. Die Platte hat eine gezahnte Stange, welche ihre Führung zwischen zwei am Rande des Mörsers angebrachten Säulen findet.

Von diesen gehen nach der mit Gradeinteilung versehenen, gezahnten Stange zwei Sperrklinken. Wird das im Mörser befindliche Pulver entzündet, so schleudert es die Platte nebst Stange in die Höhe. Die letztere wird am höchsten Punkte durch die Sperrklinken aufgefangen, so daß man die Wurfhöhe ablesen kann.

Die Pistolenprobe wird mit einem pistolenähnlichen Laufe ausgeführt, dessen Mündung mit einer Platte geschlossen ist. Die letztere befindet sich am Rande eines durch eine Feder zurückgehaltenen Rades mit Gradeinteilung, welches entsprechend der Wirkung des Pulvers gedreht, am äußersten Punkte jedoch gleichfalls festgehalten wird.

Sowohl die Stangenprobe, als auch die Pistolenprobe leiden an dem Übelstande großer Ungenauigkeit, so daß vergleichende Versuche mit einer bestimmten Quantität derselben Pulverlieferung in Luisenthal bei Saarbrücken Resultate ergaben, deren äußerste Grenzen um rund 40⁰/₀ differierten.¹⁾ Man stellte deshalb weitere Versuche in geschlossenen Trauzl'schen Bleiröhren²⁾ (von Rottweiler in Hamburg) an. Dieselben sind 230 mm hoch, oben 40 mm weit und haben einen cylindrischen Hohlraum von 144 mm Tiefe und 33 mm Durchmesser.

Die unteren 60 mm bilden den Raum *a* (Fig. 247) für den Sprengstoff, der übrige Teil wird durch einen eisernen Zapfen *b* verschlossen, durch welchen eine konzentrische Bohrung für die Zündschnur geht.

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 93.

2) Dingler's polyt. Journal. Bd. 250. S. 120; Bd. 246. S. 189.

Der Hohlraum wird vor und nach dem Schusse mit Hilfe einer Bürette ausgemessen; die Differenz ist das Maß für die Kraft des Sprengmaterials. Bei den angegebenen Dimensionen und bei eingelegtem Zapfen kann ein Bleirohr 50 g Pulver aufnehmen.

Der Kraftmesser von Guttman¹⁾ besteht in Bleistopfen, welche von den bei Entzündung des Pulvers entwickelten Gasen mehr oder weniger in die leeren Conus an beiden Seiten eines Stahlrohres eingetrieben werden.

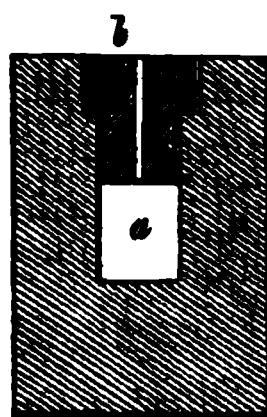


Fig. 247.
Guttman'scher
Kraftmesser.

e. Sonstige Materialien und Apparate.

§ 115. **Patronen.** — Patronen sind cylindrische Hülsen von geleimtem Papier, welche mit dem Sprengmaterial gefüllt in das Bohrloch eingebracht werden. Dynamit wird seitens der Fabrik in Patronen abgegeben und so verwendet, aber auch Pulver soll man nicht lose ins Bohrloch schütten, einmal, um es vor Feuchtigkeit zu schützen, sodann auch, um vorzeitige Explosionen zu verhüten, die durch Hängenbleiben von Pulverkörnern an der Bohrlochswand herbeigeführt werden können.

Die Patrone soll dicht sein, dünne Wandung haben, das Bohrloch völlig ausfüllen und wenig Kraft zum Zerreißen erfordern.

Beim Abschießen nasser Bohrlöcher mittelst Pulver müssen wasserdichte Patronen angewendet werden, deren Papierhülse in Firniß oder in eine erwärmte Mischung von Harz oder Pech mit Öl getaucht wird. Auch verfertigt man die Hülsen aus Leinwand, welche mit einem wasserdichten Stoff getränkt ist. Als solcher empfiehlt sich eine Mischung von 8 Teilen Pech, 1 Teil Wachs und 1 Teil Talg.

§ 116. **Die Zünderarten.** — Zünder sind diejenigen Materialien bezw. Gegenstände, mittelst deren die Entzündung auf die Ladung des Bohrlochs übertragen wird. Die wichtigsten Arten der Zünder sind: der Halm, das Schwedel (Raketchen), die Zündschnur und der elektrische Funke.

§ 117. **Halm, Schwedel (Raketchen).** — Der Halm ist ein mit Pulver gefüllter Strohalm, welcher in die Zündschnur eingeschoben und an dessen oberes Ende ein 6—8 cm langer Schwefelfaden, das Schwefelmännchen, angeklebt wird.

Das Schwedel ist ein mit Pulverbrei gefülltes, etwa 6 cm langes Papiertütchen, welches mit einem durchlaufenden Kanale versehen ist. Auch an das Schwedel wird ein Schwefelmännchen geklebt, welches vor dem Einstecken des Schwedels in die Zündspur durch die Lichtflamme gezogen werden muß, um durch das Abbrennen von Pulverkörnern und Fasern eine zu frühe Entzündung des Schwedels und somit der Ladung zu ver-

¹⁾ Dingler's polyt. Journal. Bd. 250. S. 448. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 527.

hüten. Zu denselben Zwecke soll man das Schwefelmännchen nicht mit der flackernden Lichtflamme, sondern mit einem anderen Schwefelfaden anstecken, auch darauf sehen, daß das Schwefelmännchen annähernd horizontal steht.

§ 118. Die **Zündschnüre** oder **Sicherheitszünder**, von Bickford in Cornwall im Jahre 1834 erfunden, bestehen aus einem röhrenförmigen Gewebe von Hanf oder Baumwolle, in welchem eine fortlaufender Faden von gekörntem Pulver eingeschlossen ist. Es giebt einfach getheerte Zünder für trockene Bohrlöcher, und Zünder mit einem wasserdichten Überzuge von Guttapercha für nasse Bohrlöcher.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Feuer in der Zündschnur fortpflanzt, beträgt etwa 0,60 m pro Minute.

Die Zündschnur wird bis in die Mitte der Patrone gesteckt, dieselbe sodann gefüllt und am oberen Ende zugebunden, oder mit Letten verstrichen. Beim Besetzen muß man die Zündschnur mit einer Hand straff halten, damit der Stampfer sie nicht zusammenschiebt, zerknickt und den Pulverfaden zerreißt.

Die Zünder bieten folgende Vorteile:

1. Mit dem Aufgeben der eisernen Schießnadel ist die Gefahr des Feuerreißen beseitigt, — ein Vorteil, welcher indessen auch bei Anwendung kupferner Nadeln erreicht wird.

2. Löcher von außergewöhnlich großer Tiefe können mit Sicherheit außer durch den elektrischen Funken nur durch Zündschnur weggethan werden.

3. Der Zeitpunkt der Entzündung ist genauer zu bemessen als bei Halmen und Schwedeln, so daß die Aufeinanderfolge mehrerer zugleich abzuschießender Löcher sicherer geregelt werden kann.

4. Da die Zündspur verschlossen ist, so geht keine Sprengkraft verloren.

Dagegen zeigt die Zündschnur folgende Mängel:

1. Zündschnur mit zerrissenem Pulverfaden ist sehr gefährlich. Das Gewebe kann längere Zeit fortglimmen und den Pulverfaden von neuem entzünden, während man die Zündschnur für erloschen hält.

2. Die Verbrennung der Umhüllung (Teer oder Guttapercha) verursacht einen höchst störenden Rauch, welcher die Wetter mehr verdirbt, als irgend ein Sprengmaterial.

3. Das Schießen mit Zündschnur ist teurer, als mit den älteren Methoden.

Auch neu erfundene Zünder (von Ržiha und Whiteborne) haben diese Mängel nicht gänzlich beseitigt, so daß man den Gebrauch kupferner Nadeln vielfach vorzieht. Nur beim Sprengen mit Dynamit, sowie bei besonders tiefen Bohrlöchern ist Zündschnur weder durch Halm noch Schwedel zu ersetzen.

Das Ausbohren versagter Löcher ist verboten; bei Anwendung der Schießnadel ist es aber noch weniger gefährlich, als bei Zündschnur, sofern man im ersteren Falle Wasser in die offene Zündspur gießen kann.

§ 119. **Zündhülsen**¹⁾ von Bothe werden auf der Gräfin Lauragrube in Oberschlesien für Schüsse in fester Kohle regelmäßig angewendet. Es sind feste Papierhülsen (Fig. 248), welche der Länge nach abwechselnd stehende Löcher von 0,4 mm Weite haben. Diese Hülsen werden in die leeren Patronen gesteckt und diese dann mit Pulver gefüllt, wobei letzteres aber nicht in die Hülse gelangen darf. Die Räumnadel wird in die Hülse selbst eingeführt, der Zündhalm oder die Zündschnur erst nach dem Besatze des Bohrloches.

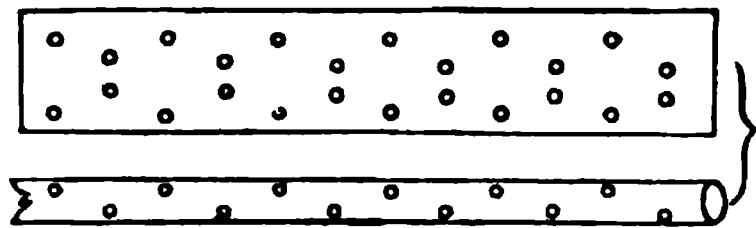


Fig. 248. Bothe'sche Zündhülse.

Die Durchlöcherung der Zündhülse vermittelt die gleichzeitige Entzündung des Pulvers auf der ganzen Länge der Patrone und führt dadurch eine bessere Wirkung herbei. Man will auf der Lauragrube mit dieser Einrichtung im Oktober 1880 16 0/0, im November 23 0/0 Sprengpulver gegen das Vorjahr erspart, dabei auch einen um 5—6 0/0 größeren Stückkohlenfall erzielt haben.

§ 120. Die **elektrische Zündung** vermeidet jegliche Gefahr am vollständigsten. Sie besteht darin, daß durch Überspringen von elektrischen Funken von einer Drahtspitze zur andern das Sprengmaterial (mittelbar) entzündet wird.

Zur elektrischen Zündung gehören:

- a. Erzeuger der Elektrizität,
- b. Leitungsdrähte,
- c. Zünder.

§ 121. **Zündmaschinen.** — Als Erzeuger der Elektrizität benutzt man bis jetzt vorwiegend Reibungsmaschinen, seltener Elemente. Die bekanntesten Zündmaschinen sind diejenigen von Abegg, Mahler & Eschenbacher und von Bornhardt.

§ 122. Die **Zündmaschine von Abegg** ist eine Elektrisiermaschine mit einer Scheibe von Hartgummi, 8 Reibzeugen von Pelzwerk und einem Gummi-kondensator. Der ganze Apparat befindet sich in einem Holzkasten, aus welchem zwei zum Einhängen der Leitungsdrähte bestimmte, mit dem Kondensator, bezw. mit den Reibzeugen in Verbindung stehende Ringe hervorragen. Die Maschine wird in der Nähe des Arbeitspunktes an einem vor den Wirkungen des Schusses sicheren Punkte aufgestellt.

§ 123. Die **Zündmaschine von Mahler & Eschenbacher in Wien** ist ebenfalls ein elektrischer Reibungs-Scheibenapparat, bestehend aus Hart-

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 247.

gummischeiben *S* (Fig. 249 und 250), welche durch Drehung zwischen zwei Pelzkissen *P* gerieben werden. Die hierdurch erzeugten Elektrizitäten werden einerseits durch die Saugspitze *J* von der inneren Belegung der Leydener Flasche *H*, andererseits von der äußeren Belegung dieser Flasche aufgenommen, letztere steht in metallischer Verbindung mit dem Funkenzieher *F*. Zur Entladung der Flasche dient der Auslader *A*, welcher durch einen Druck auf den Knopf *K* die Verbindung mit dem Knopfe *M* herstellt.

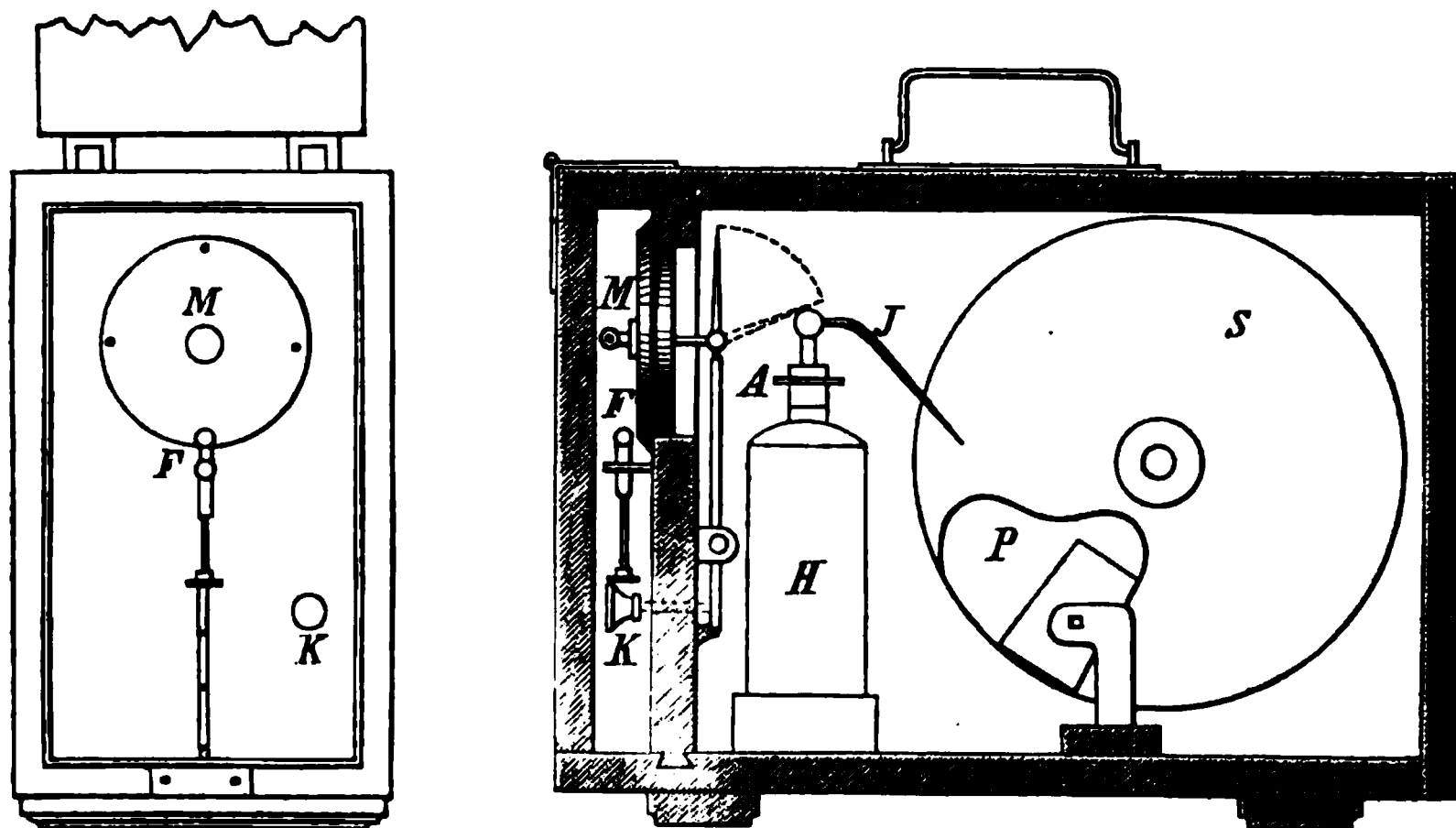


Fig. 249 und 250. Zündmaschine von Mahler und Eschenbacher.

Diese Maschine hat sich auf den Werken der königlichen Berginspektion zu Clausthal sehr gut bewährt, indem man bei mehrmonatlichem Gebrauche jedesmal ca. 22 Schüsse (beim Schachtabteufen) gleichzeitig wegthun konnte. Versager kamen nur ganz ausnahmsweise vor und lagen an mangelhafter Beschaffenheit der Bandzünder.

§ 124. Die **Zündmaschine von Bornhardt**¹⁾ in Braunschweig befindet sich in einem luftdicht verschlossenen Kasten aus Zinkblech, in welchem außerdem noch geglühte Holzkohle angebracht ist, um jeden Einfluß der Feuchtigkeit aufzuheben.

In Fig. 251 und 252 hat eine Scheibe von Hartgummi eine eiserne Achse *c*, welche außerhalb des Kastens ein Getriebe trägt. Dasselbe wird durch ein Zahnrad von viermal so großem Umfange mittelst einer Kurbel in schnelle Rotation versetzt. Die Drehung der Kurbel kann in beliebiger

¹⁾ Ržiha, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1876. (Weltausstellungsbericht von Wien.) S. 223 u. 224. Ausstellungsbericht, Gruppe XVI, Sektion 3, Sprengtechnik von J. Lauer. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 168. S. 342; Bd. 224, Oktober 1874, Heft 4. — Elektrotechnische Zeitschr. 1880. Oktoberheft.

Richtung geschehen; es ist bei dem praktischen Gebrauche der Maschine sogar vorteilhaft, abwechselnd rechts oder links herumzudrehen, weil dadurch ein Absetzen von kleinen Teilen der Scheibe auf dem Reibzeuge in vermindertem Maße stattfindet und die Wirkung der Maschine längere Zeit konstant bleibt. Das Reibzeug *R* besteht aus einem kleinen Stücke Pelzwerk, das durch eine schwache Doppelfeder *H* beiderseits an die Scheibe angedrückt wird. Die Saugringe *A* saugen die erzeugte Elektrizität auf und

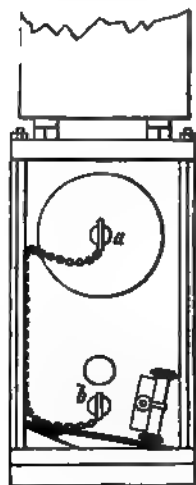


Fig. 251 und 252. Bernhardt'sche Zündmaschine.

laden dadurch den Flaschenkondensator *F*. Dieser steht in einem Futter, welches sich am Boden des Kastens befindet, und trägt an seiner Vorderseite einen dünnen Hartgummimantel, der dazu dient, ein Ausstrahlen der Elektrizität von der Scheibe zur äußeren Belegung zu verhüten. Zur Entladung des Flaschenkondensators dient der Entlader *K*, welcher durch Druck auf einen an der Seite (über *b*) befindlichen Knopf mit demjenigen der Flasche in Berührung tritt, dabei die in der Fig. 252 punktierte Lage annimmt und durch eine Spiralfeder mit der Öse *a* in Verbindung bleibt. Die Öse *b* steht mit der äußeren Belegung der Flasche in leitender Verbindung. Zur leichteren Prüfung des normalen Zustandes der Maschine ist bei *X* eine Funken-skala von 15 Metallknöpfchen angebracht, die durch Ketten mit den Ösen *a* und *b* in Verbindung gebracht werden kann. Überspringt der durch etwa 15—20 Umdrehungen erzeugte Funken die Unterbrechungen dieser Skala lebhaft, wenn man die Flasche durch einen Druck auf den Knopf über *b* entladet, so ist die Maschine in gutem Zustande. Der Zinkblechkasten wird oben durch einen Rahmen *O* geschlossen, der aus einer das Ausstrahlen der Elektrizität von der Gummischeibe aus verhindernden Hartgummiplatte besteht, und in einen Zinkrahmen eingefügt ist. An der unteren Seite trägt

derselbe Gummibandagen. Durch Aufschrauben des an der unteren Seite mit starken Federn versehenen Holzdeckels *P* wird der Hartgummideckel fest aufgedrückt und so ein luftdichter Verschuß erzielt. Der Holzkasten ist zum bequemen Transport mit Handgriff versehen. Die eigentliche Maschine ist dem Arbeiter unzugänglich, nur an die zum Anhängen der Drähte dienenden Ösen *a* und *b* kann er durch Öffnen der Klappe *Q* gelangen; in der hinter dieser befindlichen Abteilung wird auch die Kurbel zum Drehen der Scheibe aufbewahrt.

Außer Maschinen mit einer Scheibe liefert Bornhardt auch Maschinen mit 2 Scheiben und 2 Leydener Flaschen; letztere stehen unter sich in Verbindung, die ganze übrige Einrichtung entspricht derjenigen der einscheibigen Maschine. — Die kleine Maschine ist 50 cm lang, 18,5 cm breit, 34 cm hoch, ihr Gewicht beträgt 12 kg, die durchschnittliche Funkenlänge bei 20 Kurbelumdrehungen 45—50 mm. Die große Maschine hat 54,5 cm Länge, 27 cm Breite, 40 cm Höhe, 19 kg Gewicht und giebt bei etwa 22 Umdrehungen der Kurbel 70—90 mm lange Funken.

Die Bornhardt'schen Maschinen, besonders die doppelten, haben sich gleichfalls bei der Berginspektion Clausthal vorzüglich bewährt und werden zum Anzünden einer größeren Anzahl von Bohrlöchern denjenigen von Mahler & Eschenbacher noch vorgezogen.

§ 125. **Die Leitungsdrähte.** — Die Leitung beginnt an der Maschine mit dem positiven und dem negativen Hauptleitungsdrahte, welche bis dicht vor den Arbeitspunkt gehen und am besten aus Kupferdraht mit Gutta-percha-Überzug hergestellt sind. Bei 250 m Länge haben sie 2 mm Dicke und ein Gewicht von 56 g pro Meter, bei 300 m Länge eine Dicke von 2,5 mm und ein Gewicht von 70 g pro Meter. In trockenen Räumen genügt verzinkter Eisendraht.

Diese Hauptleiter werden in Strecken von 100 zu 100 m an Holz aufgehängt, bei Schachtabteufen sind sie auf Holzrollen gewickelt und rollt man davon nach Bedarf ab.

Den einen der beiden Leitungsdrähte kann man fortlassen und die Rückleitung, wie bei der Telegraphie, durch die Erde bewirken.

§ 126. **Der Zünder** besteht aus einem kleinen Cylinder *a* (Fig. 253), aus isolierendem Kitt, welcher die beiden untersten Enden zweier Kupferdrähte *b* hält. Unter dem Kitt befindet sich eine kleine Papierpatrone *m*, welche mit einer explosibeln Substanz gefüllt ist; in der letzteren endigen die Kupferdrähte, deren Spitzen $\frac{1}{4}$ mm von einander entfernt sind.

Auf dem Boden der Patrone befindet sich ein mit Knallquecksilber gefülltes Hütchen, auf welches die Explosion nach dem Überspringen des Funkens durch die explosive Masse übertragen wird. Das Ganze ist mit Pech überzogen.

Die Drähte *bb* sind entweder auf zwei einander entgegengesetzten Seiten eines Holzstabes befestigt — Stabzünder —, oder die Isolierung der Drähte wird durch geteerte Papierstreifen bewirkt — Bandzünder.

Beide haben eine Länge von 0,40—0,50 m und werden beim Besetzen ganz wie Zündschnur behandelt.

Außer diesen Zündern liefert Bornhardt noch eine andere Art für Dynamit und nasse Bohrlöcher. Sie bestehen aus etwa 25 mm langen Zündhütchen, welche auf ein Viertel ihrer Höhe mit Knallquecksilber gefüllt sind;

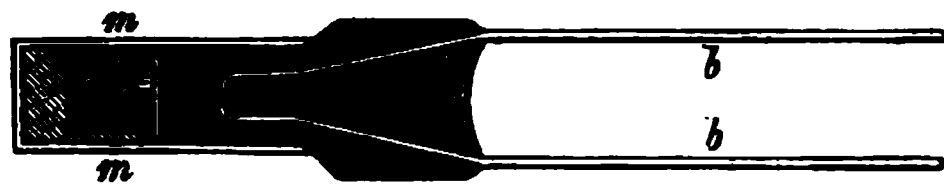


Fig. 253. Elektrischer Zünder.

in den übrig bleibenden Raum wird ein besonderer, sehr leicht explodierender Zündsatz eingefüllt, in welchen die Zündungsdrähte (Kupferdraht mit Guttapercha überzogen) hineinragen. Oben ist das Zündhütchen dicht verschlossen.

Bornhardt empfiehlt, auf die vorsichtig eingebrachten Dynamitpatronen zunächst losen Sand oder Erde zu schütten und dann erst den festen Besatz folgen zu lassen.

Sind die abzuschießenden Bohrlöcher besetzt, so verbindet man den einen Zünderdraht des ersten Bohrloches mit dem einen Hauptleitungsdrahte, den zweiten Zünderdraht desselben Bohrloches mit dem einen des zweiten, den andern Zünderdraht des letzteren mit einem derjenigen des dritten Bohrloches u. s. w.; endlich den schließlich übrig bleibenden Zünderdraht des letzten Bohrloches mit dem zweiten Hauptleitungsdrahte. Alle diese Verbindungen werden durch dünnen Eisendraht hergestellt und zwar in der Art, daß man die blank geputzten Enden aneinander flechtet und die Spitzen umbiegt.

Benutzt man das Gestein als Rückleitung, dann wird der vom letzten Zünderdrahte abgehende Verbindungsdraht, ebenso wie die zweite, mit der äußeren Belegung der Leydener Flasche in leitender Verbindung stehende Öse an der Maschine mit dem Gesteine in Berührung gebracht.

§ 127. **Das Wegthun der Schlüsse** erfolgt sodann in der Art, daß man die Hauptleitungsdrähte durch Einhängen in die betreffenden Ösen mit den Konduktoren der Maschine in Verbindung bringt, mit der Kurbel der letzteren die bei jeder Maschine vorgeschriebene Anzahl Umdrehungen macht und endlich durch Drücken auf den dazu bestimmten Knopf den Strom schließt.

§ 128. **Vorteile der elektrischen Zündung.** — Die elektrische Zündung ist die einzige, welche das gleichzeitige Wegthun mehrerer Bohrlöcher mit Sicherheit ermöglicht. Man erreicht dadurch den Vorteil, daß man dem vereinigten Widerstande der Geschicke auch die vereinigte Kraft sämtlicher Bohrlöcher entgegensetzen kann, wobei aber wohl zu berücksichtigen ist, daß sich die Kraft mehrerer Bohrlöcher unter Umständen auch gegenseitig aufheben kann.

Aus diesem Grunde ist es z. B. unter allen Umständen zu empfehlen, die Einbruchslöcher erst für sich allein zu schießen und dann erst die anderen nachfolgen zu lassen.

Auf den Ramsbecker Gruben¹⁾ hat man neuerdings die durch maschinelle Bohrarbeit hergestellten 10 Bohrlöcher einer Schicht nicht mehr, wie früher, in zwei Folgen, sondern, wie bei Handarbeit, einzeln weggethan und den Effekt der Schüsse dadurch wesentlich erhöht.

C. Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit.

§ 129. Erlernung und Beurteilung der Sprengarbeit. — Die Erlernung und richtige Beurteilung der Sprengarbeit ist nicht allein für den Arbeiter, sondern auch für den Beamten von großer Wichtigkeit; für den ersteren, weil nur ein geübter Arbeiter, wie bei jedem Handwerk,ersprießliches leisten kann und bei Stellung des Gedinges auf Ungeübte keine Rücksicht genommen werden soll, — für den Beamten, weil er die Arbeit und den Fleiß der Arbeiter nur dann richtig beurteilen und das Gedinge nur dann richtig stellen kann, wenn er die Sprengarbeit gründlich versteht, was aber nur durch eigenes Handanlegen und fortgesetzte Übung erreicht werden kann, theoretische Anleitungen oder gar Berechnungen²⁾ vermögen die praktischen Erfahrungen nicht zu ersetzen, denn die Faktoren, mit denen gerechnet werden muß, können bei jedem Bohrloche verschieden sein, auch beruht die richtige Schätzung der Faktoren (Spannung, Schlechte, freie Flächen u. s. w.) wiederum auf Übung und Erfahrung.

§ 130. Ansetzen der Bohrlöcher. — Die Erlernung der Sprengarbeit betrifft im wesentlichen das richtige Ansetzen der Bohrlöcher und das genaue Verständnis derjenigen Umstände, welche auf den Erfolg der Sprengarbeit von Einfluß sind.

Im allgemeinen muß die Kraft des in das Bohrloch geschafften Sprengmaterials zur Überwindung des Widerstandes genügend sein, bezw. muß der letztere einer gegebenen Kraft angepaßt werden. Ist der Widerstand zu groß, so hebt das Loch nicht vollständig ab, ist er zu gering, so wird die Kraft unnötiger Weise das losgerissene Gestein weit fortschleudern, in beiden Fällen findet also eine Vergeudung von Kraft statt.

Die Spannung ist nun bei solchen Gebirgspartieen am geringsten, welche von den größten und meisten freien Flächen umgeben sind. Ein derartiges Stück, dessen Trennung aus dem natürlichen Zusammenhange durch ein Bohrloch beabsichtigt wird, nennt man ein Geschick oder das Vorgeben, und spricht von schwachen und starken, guten und schlechten Geschicken. Ein gutes Geschick ist ein solches, bei welchem mit einem bestimmten Quantum von Sprengmaterial verhältnismäßig viel Gebirge gewonnen werden kann.

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 274.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1884. p. 249, 268; 1880. Nr. 44—47.

Giebt man bei demselben Geschieke dem Bohrloche nur etwas mehr vor, dadurch, daß man es tiefer bohrt oder den Winkel zwischen ihm und dem Ortsstoß stumpfer macht, so wächst der Widerstand in ungleich höherem Maße als die Stärke des Vorgebens und kann nicht immer durch entsprechende Vermehrung der Sprengkraft überwunden werden.

Hiernach erfordern diejenigen Bohrlöcher die meiste Sprengkraft, welche ohne Rücksicht auf Geschieke geradeaus gebohrt werden, wie es häufig bei der maschinellen Bohrarbeit geschieht. Die Sprengkraft wird dabei entweder durch Vergrößerung der Bohrlochweite oder der Löcherzahl vermehrt.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse für diese Ausführung der Sprengarbeit, wenn die Schichten (bei Ortsbetrieb) steil stehen und eine mittlere Mächtigkeit haben, weil dann die Spannung gerade da, wo sie am stärksten sein würde, durch die Schichtungsflächen aufgehoben ist.

Auf diesen Umstand gründet sich die Regel, daß man die Gesteinsschichten immer rechtwinklig zu überbohren suchen soll, sowie ferner die Ansicht, daß die Gewinnbarkeit dann am größten ist, wenn die Gesteinsschichten dem Häuer zufallen, weil man früher nur in diesem Falle die eben genannte Regel vollständig befolgen konnte.

Seitdem aber das durch die tiroler und piemontesischen Bergleute bekannt gewordene »Schlenkerbohren«¹⁾ sich mehr und mehr Eingang verschafft hat, ist man auch imstande, abfallende Schichten rechtwinklig zu überbohren, und hat jene Ansicht an Berechtigung verloren.

In Příbram sind seit 1880 Versuche gemacht²⁾, das Schlenkerbohren neben dem gewöhnlichen Verfahren einzuführen, um ein zweckmäßigeres, den vorhandenen Geschicken mehr angepaßtes Ansetzen der Bohrlöcher zu ermöglichen, und hat man dabei sowohl im Fortschritte als auch in der Ökonomie des Betriebes sehr günstige Erfolge erzielt. Dasselbe ist in Freiberg und im Rammelsberge bei Goslar der Fall.

§ 131. Verfahren bei der Handarbeit.—Bei der Handarbeit werden die einzelnen Bohrlöcher nach der Reihenfolge der »besten Geschieke« angesetzt und mit dem Wegthun die freien Flächen für die folgenden Geschieke vermehrt. Die meiste Spannung hat bei einem glatt geschossenen Orte das Einbruchloch, welches deshalb womöglich da angesetzt werden muß, wo Schlechten oder Schichtungsflächen u. s. w. zu Hilfe kommen.

Da der Erfolg der Sprengarbeit ganz wesentlich von einem tiefen Einbruche abhängt, so stellt man denselben bei genügend großen Angriffsflächen, u. a. beim Schachtabteufen, wohl dadurch her, daß man drei oder mehr Bohrlöcher in konvergierender Richtung bohrt und womöglich mit elektrischer Zündung gleichzeitig abschießt.

1) Das Schlenkerbohren (vergl. S. 450) wird für aufwärts gerichtete Bohrlöcher in der Weise angewendet, daß man das Fäustel mit schlaff herabhängendem Arme führt.

2) Österr. Zeitschr. für das B.- u. H.-Wesen. 1884. S. 478 ff.

§ 132. Verfahren bei der Maschinenarbeit. — Das soeben beschriebene Verfahren wird aber nicht nur bei der Handarbeit, sondern auch bei der Maschinenarbeit angewendet, wenn es darauf ankommt, direkt an Selbstkosten zu sparen, was z. B. im Rammelsberge der Fall ist, während man in den Gesteinen des Flötzgebirges, wo man in erster Linie an Zeit gewinnen will und wo es die geringere Spannung meistens erlaubt, die Löcher mehr oder weniger geradeaus bohrt.

Wenn bei der Maschinenarbeit die Bohrlöcher nach der Reihenfolge des geringsten Widerstandes geschlagen und nicht stärker angesetzt werden, so bedürfen sie auch, abgesehen von der etwaigen größeren Weite der Bohrlöcher, keiner größeren Sprengkraft, als bei Handarbeit. so daß bei sehr festem Gesteine der im maschinellen Abbohren liegende Vorteil voll ausgenutzt werden kann.

D. Anhang.

§ 133. Maschinen zum Auffahren ganzer Strecken. — Für das Abbohren von Strecken im Gestein ohne Schießarbeit ist eine Maschine konstruiert, bei welcher eine mit Bohrschneiden besetzte Scheibe in Form eines Kreuzes in stoßende und zugleich drehende Bewegung versetzt wird, wodurch der ganze Ortstoß abgebohrt werden soll.

Eine andere Maschine besteht aus einem liegenden Cylinder von Eisenblech, dessen vordere Peripherie mit Meißeln besetzt ist und dessen Drehachse gleichfalls einen Meißel führt. Durch drehendes Stoßen wird das Gestein kreisförmig umschrämt, während im Mittelpunkte ein Loch entsteht, durch dessen Sprengung der Kern zertrümmert werden soll.

Weder diese, auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 vorgeführte, noch andere derartige Maschinen haben sich bis jetzt in der Praxis bewährt.

§ 134. Gewinnungsarbeit in schlagenden Wettern. — In Kohlengruben mit schlagenden Wettern werden ohne Zweifel viele Explosionen durch die Anwendung der Schießarbeit veranlaßt, und zwar entweder schon durch die Art und Weise des Anzündens oder durch die bei der Explosion der Sprengmaterialien entstehende Flamme, welche besonders bei überladenen Bohrlöchern und den sogenannten Lochpfeifern zu beobachten ist, vergl. VIII. Abschnitt § 19. Die bisherige Praxis, das Abschießen der Bohrlöcher nur durch besonders damit beauftragte Schiesser oder überhaupt nur dann zu gestatten, wenn die Abwesenheit von schlagenden Wettern konstatiert ist, genügt nicht für alle Fälle.¹⁾ Ein absolutes Verbot der Schießarbeit in allen Gruben mit schlagenden Wettern ist schwer durchzuführen, so lange nicht geeigneter Ersatz gefunden ist, so groß der Widerspruch auch sein mag

¹⁾ Österr. Zeitschr. 1885. Nr. 26.

daß in derselben Grube das offene Licht verboten, Schießarbeit aber gestattet ist.

Einige der im folgenden beschriebenen Apparate bieten zwar die Möglichkeit, die Sprengmaterialien zu ersetzen, jedoch immer auf Kosten der Leistung, wenngleich dieser Nachteil mehr oder weniger durch Erhöhung des Stückkohlenfalls ausgeglichen ist. Man wird deshalb bei allen Gewinnungsarbeiten nur ungern das bequeme und wirksame Hilfsmittel der Sprengmaterialien entbehren und mechanische Apparate nur im Notfalle verwenden; auch läßt sich hoffen, daß sich die Notwendigkeit hierzu noch mehr vermindern wird, wenn es sich bestätigt, daß mehrere der brisantesten Sprengmittel weder Kohlenstaub noch Schlagwetter entzünden, vergl. VIII. Abschn. § 19.

§ 135. Anzünden der Bohrlöcher. — Die Gefahren beim Anzünden der Bohrlöcher hat man dadurch zu verringern gesucht, daß man den Gebrauch von Schwefelmännchen und allen Zündungsmitteln, welche mit offener Flamme brennen, verboten hat. Man steckt auf den Halm ein Stück Schwamm welches seinerseits durch ein mit Stahl und Stein zum Glühen gebrachtes Schwammstückchen entzündet wird. Es ist jedoch nachgewiesen¹⁾, daß glühende Stahlfunken nicht ungefährlich sind, indem sie ein Gemenge von Leuchtgas und Luft nach den Versuchen von de Villaine und Griet entzündeten.

Am gründlichsten würde der Gefahr beim Anzünden der Löcher durch elektrische Zündung vorzubeugen sein.

§ 136. Ersatz für die Sprengkraft.²⁾ — Ungleich schwieriger ist die Frage, wie sich die durch die Explosion des Sprengmaterials veranlaßte Entzündung der schlagenden Wetter beseitigen läßt. So viele Versuche zum Ersatze der Sprengmaterialien durch andere Mittel auch gemacht sind³⁾, so sind die Erfolge bis jetzt nur in wenigen Fällen derart, daß eine allgemeine Einführung der betreffenden Methoden beim Bergbaubetriebe erwartet werden kann.

Die genannten Versuche sind folgende:

Zunächst das Verfahren von George Elliot in Newcastle, ungelöschten Kalk in das Bohrloch und diesen durch Einführen von Wasser zum Löschen, bezw. Aufblähen zu bringen.

In neuerer Zeit haben Schmith-Moore & Co. in Derby auf Grund desselben Verfahrens ein Patent erhalten. Sie besetzen Bohrlöcher von etwa 1 m Tiefe und 80 mm Weite mit frischem, gebranntem Kalk, welcher nach Art des prismatischen Pulvers zu festen Kernen zusammengepreßt ist und führen ein mit seitlichen Löchern versehenes eisernes Röhrchen von 13 mm in eine Spur ein, welche zu diesem Zwecke in den Kalkkernen ange-

1) Dr. Ad. Gurlt in Berggeist. 1880. Nr. 99.

2) Über Erhöhung der Selbstkosten bei Gewinnung der Kohle ohne Sprengarbeit siehe Österr. Zeitschr. 1886. S. 272.

3) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 416.

bracht ist. Nachdem schließlich die im Bohrloche leer gebliebenen 24 cm auf gewöhnliche Weise fest besetzt sind, wird das eiserne Rohr mit einer Druckpumpe in Verbindung gebracht und so viel Wasser eingedrückt, als zum Löschen des Kalkes erforderlich ist.

Das Herstellen der Bohrlöcher geschieht mit einer Bohrmaschine in 12—15 Minuten, das Laden, Besetzen und Einpumpen des Wassers erfordert 6—7 Minuten.

Die Kohle soll nach 10—30 Minuten, je nach ihrer Härte, hereinbrechen, sobald man die Verbolzung in der vorher unterschrämten Kohle wegnimmt.

Die Versuche auf den Gruben bei Saarbrücken, Aachen und in Westfalen¹⁾, sowie auf den Erzherzogl. Albrechtschen Gruben bei Karwin und auf der Grube St. Marie in Blanzky haben übereinstimmend ergeben, daß bei der geringen Sprengkraft von höchstens 250 kg auf 1 qcm (gegenüber 1730 bis 2620 kg des Kriegspulvers) ein Erfolg des Kalksprengens nur unter besonders günstigen Verhältnissen zu erwarten sei. Auch in englischen Gruben ist nach dem Reiseberichte von Lionel de Gournay und F. Mathet in Blanzky das Kalksprengen nirgends betriebsmäßig eingeführt.²⁾

Cochram bewirkt das Absprengen, indem er mit Hilfe einer Schraube einen Keil zwischen zwei andere, mit dem starken Ende in das Bohrloch gesteckte Keile treibt. — Farum versuchte, den dritten Keil mit schweren Fäusteln einzutreiben.

Grafton Jones preßte mit Hilfe einer hydraulischen Presse eine Anzahl kleiner Kolben aus einer Röhre heraus und gegen die Bohrlochswände.

Ch. J. Chubb versuchte es zuerst auf ähnliche Weise mit einem einzigen länglichen, später aber gleichfalls mit mehreren kleineren Kolben in einer Reihe und ließ dieselben mittelbar durch einen halbcylindrischen Mantel gegen die Bohrlochswände wirken. Chubb will sogar das Unterschrämen dadurch entbehrlich machen, daß er dem Bohrloche eine zu Ortstoß und Sohle diagonale Richtung giebt. Samuel Parker Bidder und John Jones³⁾ wenden eine Keilpresse an.

§ 137. **Levet'scher Keil.** — In neuerer Zeit sind vielfach Versuche mit dem Levet'schen Keil⁴⁾ gemacht, welche u. a. in den Steinkohlengruben von Blanzky sehr günstige Resultate ergeben haben sollen. Der Apparat weicht insofern von den übrigen Keilpressen ab, als bei ihm der Keil nicht eingetrieben, sondern herausgezogen wird und damit seine Druckwirkung an der tiefsten Stelle des Bohrloches äußert.

1) Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 191; 1883. Bd. 31. S. 103.

2) Bulletin de la soc. de l'ind. min. Tome XIII. 1884. p. 835. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1886. Bd. XXX. S. 153. — Österr. Zeitschr. 1884. S. 241; 1885. S. 800.

3) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 417.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1879. S. 98. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1879. Nr. 1. — Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 230.

Der in eine runde Zugstange endigende und in ein Bohrloch zwischen zwei halbrunde Eisenbacken *a* (Fig. 254, 255) eingeführte Stahlkeil *b* ist mit dem Kolben *c* einer hydraulischen Presse (Fig. 256) in Verbindung, welche mit einer kleinen, durch ein Hebelwerk *f g* von der Hand des Arbeiters betriebenen Pumpe *d* in Thätigkeit gesetzt wird. Der Keil *b* wird also langsam, aber mit großer Gewalt herausgezogen und treibt hierbei die Eisenbacken *a* auseinander, wodurch die unterschrägte Kohlenbank abgetrennt wird.

Die Eisenbacken sind innen glatt, außen jedoch rauh geriffelt, damit sie sich beim ersten Andrücken in der Kohle festsetzen können.

Die Pumpe *d* entnimmt das Wasser dem Behälter *k*, welcher durch die Öffnung *h* mit dem Preßcylinder *i* hinter dem Kolben *c* in Verbindung

Fig. 254, 255 u. 256. Levet'scher Keil und Keilpresse.

steht; es ersetzt sich also das vor den Kolben *c* gepumpte Wasser durch das in gleichem Maße aus *i* nach *h* übertretende. Hat der Kolben *c* nach ge-
thaner Arbeit die äußerste Stellung rechts erreicht, so wird durch Öffnen
einer Schraube der Raum vor demselben mit *h* in Verbindung gesetzt,
worauf der Kolben ohne besondere Kraftanstrengung auf den Stand nach
links zurückgebracht werden kann, indem das früher vor den Kolben ge-
pumpte Wasser durch *h* und *k* wieder nach *i* zurücktritt.

Bei Anwendung des Levet'schen Keiles soll dieselbe Leistung wie mit Sprengarbeit, und ein höherer Stückkohlenfall erreicht sein.

Auch auf der Grube Friedrichsthal fielen die mit dem Levet'schen Abtreibekeile angestellten Versuche nach Abstellung einiger demselben anhaf-

tender Mängel befriedigend aus, jedoch zeigte sich nach einigem Gebrauch starke Reparaturbedürftigkeit des Apparates, welche die allgemeine Einführung desselben verhindert hat.

§ 138. **Steinkohlenbrechapparat von Walcher**¹⁾. — Der von dem Erzherzoglich Albrecht'schen Kameraldirektor Ritter von Walcher-Nysdal in Teschen konstruierte Steinkohlenbrechapparat unterscheidet sich von dem Levet'schen Keil vorteilhaft durch solidere Konstruktion und hat mit jenem die hydraulische Presse gemein. Durch letztere wird ein, zwischen zwei äußeren, konisch verlaufenden Backen liegendes quadratisches Mittelstück herausgezogen. Zwischen dem Mittelstück und der Innenwand der Backen sind unter einem Winkel von 45° sechs harte gußstählerne, an ihren Enden kugelförmig abgerundete Stelzen in entsprechend ausgefräste Lager des Mittelstückes und der beiden Backen eingebettet. Beim Herausziehen des Mittelstückes suchen die Stelzen eine rechtwinklige Stellung anzunehmen und drängen dabei die Brechbacken auseinander.

Der unter der Firste aufgehängte Apparat wird nicht in seiner ganzen Länge in das Bohrloch gesteckt, sondern nur soweit, als es die Konizität der Brechbacken erlaubt und sodann stückweise nachgeschoben, nachdem durch die Brechbacken entweder das Bohrloch erweitert, oder ein Teil der unterschränten Kohlenbank abgebrochen ist. Das Gewicht des Apparates beträgt 92 kg.

§ 139. **Demanet'scher Keil**. — Die Anwendung des Demanet'schen Keiles in Verbindung mit der Bohrmaschine von Dubois und François wurde bereits im § 30 kurz erwähnt. In ein Bohrloch von 8—10 cm Durchmesser und bis 70 cm Tiefe werden zwei gelenkartig verbundene Keilbacken

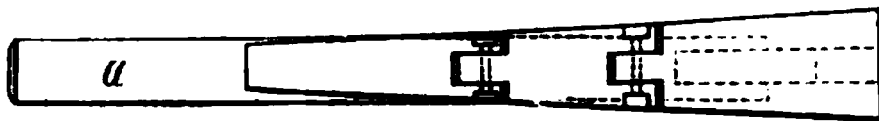


Fig 257.

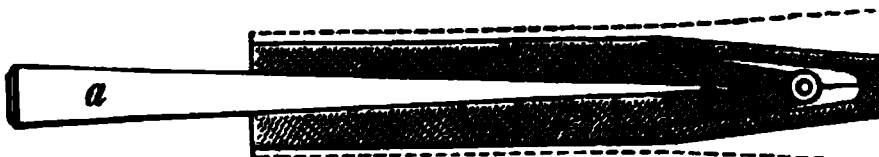


Fig. 258. Demanet'scher Keil.

c (Fig. 257, 258) von entsprechender Länge eingesetzt, welche an ihrem vorderen Ende einen zweiteiligen, gleichfalls durch ein Gelenk verbundenen Treibkeil *b* (aiguille coin) einschließen; derselbe wird durch den mit der Maschine eingeschlagenen Schlußkeil *a* auseinander getrieben. Die punktierten Linien zeigen die Keilbacken in ihrer äußersten Stellung nach dem Eintreten des Schlußkeiles.

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1886. Nr. 18. — Glückauf. Essen 1886. Nr. 67.

Nach den Mittheilungen des Prof. A. Habets ist die Leistung dieser Bosseyeuse in mittelfestem Gestein gleich jener, welche man bei Anwendung von Pulver erzielt und der Preis stellt sich nicht viel höher als im letzteren Falle, so daß ohne große Mehrauslagen die angestrebte Sicherheit gegen Explosionen erreicht wird.

Bei den Kohlenwerken zu Marihaye (Belgien) steht die Bosseyeuse auch für Gesteinsarbeiten in ganz kurrentem Gebrauch¹⁾ und wurden mittels derselben schon 3000 m Strecken daselbst aufgeföhren. Es stehen dort beständig 30 derartige Apparate in Thätigkeit, die Benutzung von Pulver in schlagenden Wettern ist dort fast gänzlich abgeschafft und seit 1880 kommen nur noch beim Schachtabteufen Sprengmaterialien zur Verwendung.

Mit gleich günstigem Erfolge ist die Bosseyeuse zu Blanzv und Trelys in Frankreich, wie auch auf den Gruben der Gesellschaft »Cockerill« in Belgien angewendet worden.²⁾

Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß die Anlagekosten bei Verwendung der Bosseyeuse nicht unbedeutend sind.

6. Das Feuer setzen.

§ 140. Anwendung des Feuer setzens. — Das Feuer setzen ist diejenige Gewinnungsarbeit, bei welcher das Gestein durch die ausdehnende Kraft der Wärme gesprengt wird. Es ist dies ohne Zweifel eine der ältesten bergmännischen Arbeiten, welche für das härteste Gestein in Anwendung kam.

Für derartige Verhältnisse wird das Feuer setzen noch heute an solchen Stellen mit Vorteil zu verwenden sein, wo das dazu erforderliche (gedarrte) Holz billig ist.

Im Rammelsberge bei Goslar ist das Feuer setzen seit fast 20 Jahren gänzlich aufgegeben und durch die mechanische Bohrarbeit ersetzt.

§ 141. Firstenbrand. — Am häufigsten wird noch der Firstenbrand angewendet, weil er den besten Erfolg liefert und am einfachsten auszuführen ist. Das Holz wird dabei in Schränken aufgeschichtet, der Raum zwischen Sohle und Schrank mit Hobelspänen und dergl. angefüllt und die letzteren demnächst von Stoß zu Stoß mit dem »Barte« angezündet. Der letztere ist ein Holzknüppel, dessen vorderes Ende eingekerbt und mit Hobelspänen umwickelt ist.

Das Anzünden wurde im Rammelsberge am Freitag Abend vorgenommen, nachdem man sich durch Verlesen überzeugt hatte, daß Niemand in der Grube zurückgeblieben war.

Der »Feuermeister« und seine Gehilfen föhren dabei vom Wetter schachte aus dem Wetterzuge entgegen und steckten die einzelnen Brände

1) Leybold in Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 66.

2) Österr. Zeitschr. 1885. S. 800. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 236.

an. Am Montag Morgen wurden sodann die gebrannten Flächen beräumt (hart gemacht) und die hereingebrochenen Gesteinsstücke zur Förderung vorbereitet.

§ 142. Beim **Seitenbrande** wird das Holz in einer sogenannten **Prägelkatze** zusammengeschichtet, d. i. ein eisernes Gestell, welches nach vorne zusammengezogen und oben, sowie an den Seiten, mit Eisenblechen und feinen Bergen bedeckt wird, um die Hitze zusammenzuhalten. Die schmale Seite wird dem Orte zugekehrt, so daß die Flamme vor dem Ortsstoße hinaufstreicht.

Ohne Anwendung der Prägelkatze wird das Holz einfach gegen den Ortstoß gelehnt, von außen mit feuchtem Holze und dieses ebenfalls mit Bergen bedeckt.

Außer Holz verwendet man (in Frankreich) auch Steinkohlen und Kokes in besonders konstruirten Apparaten, denen die nötige Verbrennungsluft durch Gebläse zugeführt wird.

§. 143. **Sohlenbrand** ist wohl am wenigsten gebräuchlich gewesen; beim Schachtabteufen ging man lieber mit Schlägel und Eisen in kleinen Dimensionen voran und weitete mit Seitenbrand aus.

7. Arbeit mit Wasser.

§ 144. **Ausdehnende Wirkung.** -- Das Wasser wird zur Gewinnung von Gebirgsmassen auf dreierlei Weise benutzt und zwar zunächst

ausdehnend, indem man Löcher ins Gestein bohrt, in dieselben genau passende, gut getrocknete Pflöcke von weichem Holze schlägt und diese sich voll Wasser saugen läßt. Auch die Krystallisationskraft des gefrierenden Wassers wird in ähnlicher Weise benutzt, beides z. B. zum Absprengen von regelmäßig geformten Platten, Säulen u. s. w. von großen Granitblöcken. Die Löcher werden dabei in Reihen gebohrt und dadurch die Linie angedeutet, nach welcher das Absprengen erfolgen soll. (In neuerer Zeit bedient man sich zu demselben Zwecke sogenannter Federkeile.)

§ 145. **Auflösende Wirkung.** — Auflösend wirkt das Wasser beim Steinsalzbergbau, wo man durch Wasserstrahlen Schräme und Schlitzte bildet, enge Örter treibt, unterschränte Salzmassen ablöst, ja sogar Schächte aufteuft; letzteres in der Weise, daß man ein Bohrloch vorweg stößt und in dasselbe ein Rohr steckt, aus welchem ringsum die Wasserstrahlen mit Überdruck austreten.

Am gebräuchlichsten war früher und ist in österreichischen Salzbergwerken noch jetzt die Arbeit mit Sinkwerken für den Abbau, welche übrigens in Staßfurt seit 1864 durch die Sprengarbeit ersetzt ist. Die Sinkwerke werden bei den Abbaumethoden näher beschrieben werden.

§ 146. **Fortschaffende Wirkung.** — Fortschaffend ist die Wirkung des Wassers bei der Gewinnung von Seifen, in großartigem Maßstabe in

Californien, wo ein starker Wasserstrahl den goldhaltigen Seifenstoß unterschäumt, bis derselbe hereinbricht. Das Ganze wird bis in die Aufbereitungsanstalt fortgeschlämmt und zwar durch eigens dazu hergestellte, mitunter sehr lange Abfallgerinne, in denen sich das gröbere Gold je nach der Größe der Körner früher oder später absetzt.

Litteratur.

- M. F. Gaetzschmann. Vollständige Anleitung zur Bergbaukunst. Dritter Teil. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.
- Carl Sachs. Über Gesteinsbohrmaschinen im allgemeinen und speziell über deren Anwendung, mit komprimierter Luft betrieben beim Streckenbetrieb auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen. Aachen 1865.
- Ed. Schultze. Das neue chemische Schießpulver und seine Vorzüge vor dem schwarzen Schießpulver und dessen Surrogaten. Berlin 1865.
- Justus Fuchs. Das Nobel'sche Sprengpulver Dynamit in Californien. Hamburg 1868.
- Dr. F. M. Stapff. Über Gesteinsbohrmaschinen. Verlag des Verfassers. 1869.
- C. Dittmar. Gebrauchsanweisung für Dualin.
- G. Luckow. Über Sprengpulver und Sprengpulversurrogate mit besonderer Berücksichtigung eines neuen, von der Firma Gebr. Krebs & Co. zu Deutz bei Köln a. Rh. unter dem Namen »Verbesserter Lithofracteur« in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz 1869.
- Derselbe. Erster Nachtrag hierzu. Deutz 1870.
- Julius Mahler. Die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. Desgl. Wien 1875.
- G. A. Neumayer. Schieß- und Sprengpulver. Leipzig bei C. W. L. Naumburg.
- Alfred Nobel. Gebrauchsanweisung für Dynamit. Hamburg.
- J. Trauzl. Explosive Nitrilverbindungen, insbesondere Dynamit und Schießwolle, deren Eigenschaften und Verwendung in der Sprengtechnik. Wien 1870.
- Lauer. Spreng- und Zündversuche mit Dynamit und Schießbaumwolle. Wien 1872.
- Derselbe. Anleitung für die rationelle Verwendung des Dynamits. Wien 1875.
- Dr. Gintl. Die Zündwaren und Explosivstoffe. Offizieller Ausstellungsbericht, herausgegeben durch die Generaldirektion der Wiener Weltausstellung. (Gruppe III, Sektion 5.) Wien 1873.
- Dr. J. Upmann und Dr. E. von Meyer. Das Schießpulver, die Explosion und die Feuerwerkerei. Braunschweig 1874.
- Dr. Ad. Gurlt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875.

Deutsche Reichspatente.

(1885—1886)

- Kl. 5. No. 29472. H. A. Sergeant in Denver (Colorado). Gesteinsbohrmaschine.
- 5. - 29397. F. A. Halsey in New York. Neuerung an Steinbohrmaschinen mit Dampftrieb.
- 5. - 32762. J. Sh. Mc. Coy in Brooklyn (Staat New York). Stoßbohrwerkzeug mit durch Druckluft bewegtem Schläger.

- Kl. 5. No. 33075. S. Stutz in Pittsburgh (V. St. A.). Schrämmaschine mit stoßendem Werkzeug.
- 5. - 33606. Ch. S. Westbrook in Spragueville (New York, V. St. A.). Gestell für Gesteinsbohrmaschinen.
- 5. - 33605. Derselbe. Befestigung von Bohrern.
- 5. - 34665. Dr. B. Cosmann in Breslau. Sprengpatrone für Bergwerke.
- 5. - 35023. Th. und R. W. Bower und J. Blackburn in Woodlezford (England). Schrämmaschine.
- 5. - 36847. W. Galloway in Cardiff (Wales). Sicherheitspfropfen (Wasserbesatz) für Bohrlöcher.
- 5. - 37008. B. Gerdau in Hamburg. Hydraulische Bohrspreize.
- 5. - 37205. Frölich in Barmen. Gesteinsbohrmaschine.
-

Dritter Abschnitt.

Abbau der Lagerstätten.

§ 1. Einleitung. — Der Endzweck aller bergmännischen Unternehmungen ist der Abbau der Lagerstätten nutzbarer Mineralien.

Liegen dieselben mehr an der Tagesoberfläche, so baut man sie mittelst **Tagebau**, liegen sie in größerer Tiefe, mit **Grubenbauen**, also in unterirdischen Räumen ab.

Mehrere zusammenhängende Grubenbaue heißen **Grube**, **Zeche**, **Bergwerk**, auch wohl **Grubengebäude**.

A. Grubenbau.

§ 2. Allgemeines. — Die erste Arbeit bei Anlage einer Grube ist diejenige, daß man die Lagerstätte zugänglich macht — **Ausrichtung**¹⁾ oder **Aufschließung** der Lagerstätte.

Hat man die letztere erreicht, so theilt man sie in Abschnitte von solcher Größe und Gestalt, wie sie zum Abbau geeignet erscheinen. Die hierzu nötigen Arbeiten nennt man die **Vorrichtung** der Lagerstätte — nämlich zum Abbau —, welcher nunmehr folgt.

Die zum Zwecke der Ausrichtung und Vorrichtung herzustellenden Grubenräume sind: **Stollen**, **Strecken** und **Schächte**.

Die Ausrichtung einer Lagerstätte geschieht entweder in mehr oder weniger horizontaler Richtung durch **Stollen**, von einem nahe gelegenen Thale aus, oder senkrecht durch **Schächte**. Im ersteren Falle spricht man von **Stollenbau** und **Stollenzeche**, im anderen von **Tiefbau** und **Tiefbauzeche**.

1) Die vorstehende Definition für Ausrichtung ist nicht durchweg gebräuchlich, viele nennen auch noch das Treiben der Sohlenstrecken (§ 30) Ausrichtung. Da jedoch hiermit eine Vorrichtung (— zum Abbau —), z. B. bei Firstenbau und Strebbau, fast gänzlich wegfiel und bei einer solchen Definition die Grenzen zwischen beiden Begriffen sehr verwischt werden, so ist hier die Bezeichnung »Ausrichtung« nur für die Arbeiten außerhalb der Lagerstätte beibehalten, sobald sie den Zweck haben, die letztere zugänglich zu machen. In demselben Sinne spricht man auch bei Verwerfungen allgemein vom »Ausrichten« derselben, bezw. der verworfenen Teile der Lagerstätten.

Ist die Lagerstätte oberhalb eines Stollens abgebaut und setzt sie unterhalb desselben in die Tiefe, so kann der Stollenbau durch Anlage eines Schachtes in Tiefbau übergehen.

Wird ein Schacht am Ausgehenden einer Lagerstätte angesetzt und tonnläufig abgeteuft, so hat man gleichfalls einen Tiefbau.

Kapitel I.

Stollen.¹⁾

§ 3. **Erklärung und Zweck.** — Ein Stollen ist ein ganz oder nahezu horizontaler Grubenbau, welcher bis zu Tage ausmündet, d. h. ein »Mundloch« hat. Die Stollen dienen nicht nur zum Aufschließen von Lagerstätten, größere Anlagen dieser Art haben vielmehr in erster Linie den Zweck, vorliegenden Gruben Wetter zu- und Wasser aus ihnen abzuführen.

Noch bis zum Anfange dieses Jahrhunderts waren derartige Stollen für den gesamten Bergbau von großer Wichtigkeit und sind es auch jetzt noch in solchen Bergwerksrevieren, wo die Schächte tief, bzw. die Kräfte zum Auspumpen der Wasser bis zu Tage nicht zureichend, oder wegen der hohen Kosten für Kohlen zu teuer sind, und wo außerdem das aus dem Stollen abzuführende Wasser nicht zu schlammig ist — Verhältnisse, welche z. B. in den alten Gangrevieren von Freiberg, am Harz u. s. w. vorliegen.

Ein fernerer Umstand, welcher, in Gemeinschaft mit anderen, die Anlage solcher Stollen von oft mehreren Meilen Länge veranlassen kann, ist die Benutzung von Wasserkraft für die Zwecke der Förderung und Wasserhaltung. Stehen keine Stollen zur Verfügung, so muß die Wasserkraft auf die über Tage vorhandenen Gefälle beschränkt bleiben, während andernfalls dasselbe Wasserquantum mehrmals benutzt werden kann, indem man die betr. Maschinen (Wasserräder, Turbinen, Wassersäulenmaschinen) in unterirdischen Räumen stufenweise untereinander anbringt und das Wasser schließlich in Stollen ausfließen läßt²⁾.

Die größte Wichtigkeit hatten derartige Stollen in früheren Zeiten, weil bei dem damaligen Zustande des Maschinenwesens die Lösung der Gruben auf andere Weise nicht zu erreichen war. Die alten Bergordnungen räumten deshalb das Recht, »Erbstollen« zu treiben, Jedem ein, der eine Erbstillengerechtigkeit mutete. Hatte der »Erbstillner« gewisse Pflichten erfüllt, brachte also u. a. sein Erbstollen an dem zu lösenden Schachte eine gewisse Minimalteufe ein, führte er ferner Wetter zu, Wasser ab u. s. w., so hatte er damit u. a. auch das Recht an einem bestimmten Teile des Reinertrages der Grube.

1) Haupt, Stollenanlagen. Berlin 1884.

2) Vergl. Dumreicher, Die Wasserwirtschaft des nordw. Oberharzes. Clausthal 1868.

Die neueren Berggesetze, auch das „Allgemeine Preußische“ vom 24. Juni 1865, kennen eine Verleihung von Erbstollengerechtigkeiten nicht.

In den größeren Steinkohlenrevieren haben die Stollen, soweit sie dazu bestimmt waren, die Höhe der Wasserhebung zu verringern, ihre Wichtigkeit verloren.

Zunächst bringen sie bei Kohlengruben in der Regel bei weitem nicht eine so große Teufe ein, wie in Gangrevieren, welche in höheren Gebirgen liegen. Sodann verursacht es bei dem heutigen Stande der Maschinenteknik und dem geringen Preise der Maschinen sowohl, wie der Kohlen, wenig Mühe und Mehrkosten, die Wasser bis zu Tage zu heben.

Auf der andern Seite werden den Stollen von Kohlengruben in der Regel weit größere Quantitäten nicht allein von Wasser, sondern auch von Schlamm zugeführt, als es meistens bei Erzgruben der Fall ist. Es zeigte sich im Anfange der siebziger Jahre d. Jahrh. u. a. in Oberschlesien, daß der Hauptschlüsselerbstollen gerade des Verschlämmens wegen nicht mehr aufrecht zu erhalten sei. Da ein Stollen außerdem in jedem Grubenfelde das Opfer von Sicherheitspfeilern verlangt, welche mit jedem tieferen Flötze, entsprechend dem Bruchwinkel (§ 36), breiter werden müssen, so entschloß man sich, den genannten Stollen im oberen Theile gänzlich abzuwerfen. Nur von Ruda bis zum Mundloch bei Zabrze wird man ihn beibehalten, weil er hier einen anderen wichtigen Zweck der Stollen im allgemeinen erfüllt, indem er nämlich die von oben durchsickernden, in nassen Jahreszeiten bedeutenden Tagewasser auffängt und abführt, während dieselben sonst tiefer fallen würden.

Hieraus folgt, daß man unter ähnlichen Umständen derartige »Revierstollen« höchstens noch zur Abtrocknung oberer Gebirgsschichten treiben darf.

§ 4. Beispiele von größeren Stollenanlagen. — Die größten Anlagen dieser Art sind der schon genannte Hauptschlüsselerbstollen in Oberschlesien, der Schlüsselstollen in Mansfeld, der Rothschnberger Stollen in Freiberg (1842—1875; Gesamtlänge mit allen Flügelörtern 50 900 m; Kosten ohne Zinsen 6 000 000 Mk.), der Ernst August-Stollen¹⁾ am Harz (1850—1863; Gesamtlänge mit allen Flügelörtern 25 956 m); der Saarstollen bei Saarbrücken u. s. w.

§ 5. Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes. — Bei bedeutenden Längen ist es notwendig, den Stollen an möglichst vielen Punkten mit Ort und Gegenort gleichzeitig zu betreiben, was jedoch sehr zuverlässige markscheiderische Angaben, besonders in Bezug auf das richtige Zusammentreffen der Sohlen voraussetzt.

Man benutzt dazu in erster Linie bereits vorhandene Schächte, in deren Ermangelung aber auch eigens zu diesem Zwecke abgeteufte Hilfsschächte,

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860. S. 286, 270; 1861. S. 13, 34, 90, 105, 125; 1862. S. 65, 257; 1864. S. 270.

die sogenannten Lichtlöcher oder Lichtschächte, welche einige Meter seitwärts vom Stollen angesetzt werden müssen. Sie werden außerdem auch benutzt, um den Ortsbetrieben Wetter zuzuführen.

Über andere Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes¹⁾ vergl. II. Abschn., §§ 6 u. 7.

§ 6. Benennungen. — Flügelörter sind Abzweigungen des Hauptstollens nach seitwärts belegenen Gruben hin; sie werden immer etwas über der Stollensohle angesetzt, damit das Stollenwasser den Abfluß aus dem Flügelorte nicht hindert. — Tagesstollen oder Tagesröschen sind kleine Stollen, welche einen am Bergabhange liegenden Schacht von der Thalsohle aus lösen. — Ein Hilfsstollen wird neben dem Hauptstollen getrieben, wenn derselbe allein nicht imstande ist, die Wasser abzuführen. — Gesprenge sind plötzliche Absätze in der Sohle des Stollens. — Wasserseige ist derjenige Teil des Stollens (oder einer Strecke), welcher das Wasser aufnimmt, Tragewerk oder Tretwerk der über der Wasserseige durch Querlager und Pfosten hergestellte Fußboden zum Fahren. Die Lager dienen event. gleichzeitig als Schwellen für die Förderbahn. — Rösche ist der vor dem Stollenmundloche in der Böschung des Bergabhanges hergestellte Graben, welcher das Wasser bis ins Thal zu führen hat. — Bei Stollen und Strecken bedeuten: Ort die Gesteinswand am Ende derselben, Firste die Decke, Sohle oder Strosse die untere Gesteinsfläche, Wangen, Ulmen oder Stöße die seitlichen Begrenzungsflächen.

§ 7. Regeln für die Anlage eines Stollens. — Das Mundloch eines Stollens muß vor allem so gelegt werden, daß man genügenden Haldensturz hat und daß bei etwaigem Hochwasser das Stollenwasser nicht am Abfließen gehindert wird. Außerdem richtet sich der Ansatzpunkt einesteils nach der Teufe, welche der Stollen an seinem äußersten Ende einbringen soll, anderntheils nach dem Ansteigen, welches man der Sohle zu geben hat. Das letztere ist bei den vorhandenen Anlagen sehr verschieden und muß um so größer sein, je schlammiger das von dem Stollen demnächst abzuführende Wasser ist. Das Ansteigen der Sohle des Ernst-August-Stollens ist 67,5 mm auf 100 m (5,4 Zoll auf 100 Lachter hannöv.) Länge oder rund 1 : 1480. Nach dem sächsischen Berggesetze darf das Ansteigen nicht unter 30 und nicht über 100 mm auf 100 m Länge (3 : 1000 bis 1 : 1000) betragen.²⁾ Der Froschmühlenstollen bei Mansfeld hat auf 100 m Länge 12—18 mm, der Zabenstädter Stollen daselbst nur 12 mm, der Schlüsselstollen 22 mm Ansteigen, während beim österreichischen Salzbergbau solche von 1 : 30, 1 : 33, 1 : 50 und 1 : 72 vorkommen.

Im allgemeinen haben Stollen mit mäßig ansteigender Sohle neben der geringeren Gefahr des Verschlämmens den Vorteil einer bequemen Förderung, dagegen aber den Nachteil, daß man dabei an Abbauhöhe verliert, was aber

1) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 347.

2) Serlo, Bergbaukunde. 1884. I. S. 444.

nur dann von größerer Wichtigkeit ist, wenn eine tiefere natürliche Lösung nicht stattfinden kann.

Aus diesem Grunde hat man in Saarbrücken den tiefsten Stollen eine Steigung von 1 : 1600, den oberen dagegen, der leichteren Förderung halber, eine solche von 1 : 719 gegeben.¹⁾

Die Dimensionen der Stollen richten sich nach der Menge des abzuführenden Wassers und nach sonstigen Zwecken des Stollens. Über dem Tragewerke braucht man zur Fahrung nicht mehr als 2 m Höhe, für einspurige Förderbahn 1,60 m, für doppelspurige 2,35 m Breite. Die Wasserseige, welche man bei vielem Wasser unter das Tragewerk, sonst an den einen Stoß legt, hat im ersteren Falle 0,5—1 m Höhe und Breite, wird auch bisweilen unter gleichzeitiger Anbringung von Klärsümpfen und Einsteigelöchern²⁾ mit einem Gewölbe überspannt.

Nach dem sächsischen Berggesetze vom 22. Mai 1854 muß die Höhe über der Wasserseige mindestens $1\frac{1}{4}$ Lachter betragen und die letztere $1\frac{1}{2}$ Lachter breit und tief sein.

Fig. 259. Heinitz-Stollen.

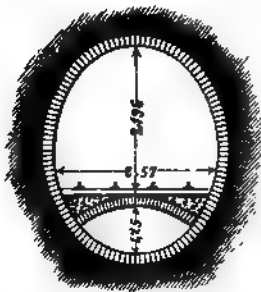


Fig. 261. Saar-Stollen.

Fig. 260. von der Heydt-Stollen.

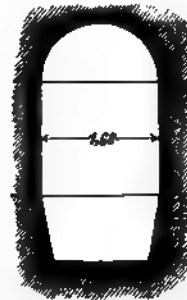


Fig. 262. Ernst August-Stollen.

In Figur 259—262 sind einzelne Beispiele von Dimensionen wichtiger Stollen gegeben. Fig. 259 zeigt den Querschnitt des Heinitzstollens bei Saarbrücken; Fig. 260 denjenigen des v. d. Heydt-Stollens und Fig. 261 den-

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 159.

²⁾ Ebenda. S. 160.

jenigen des Saerstollens bei der Kohlwege. Fig. 262 ist das Profil des Ernst August-Stollens am Harz.

In welcher Weise während des Stollenbetriebes die Richtung durch Brahmen oder Prahmen (2 aufgehängte Lote), sowie das Ansteigen bzw. Fallen der Sohle (beim Gegenorte) durch Abwägen mit dem Gradbogen oder der Setzwage kontrolliert werden, lehrt die Markscheidekunst.

Bei den einfallend betriebenen Gegenörtern müssen, wenn man Wasserzugänge mit denselben aufschließt, Querdämme geschlagen werden, welche mit dem Fortschreiten des Gegenortes bis etwa 4 m vor Ort zu erneuern sind. Auf den Dämmen, welche naturgemäß, dem Einfallen der Sohle entsprechend, immer höher werden, liegt das Tragewerk und die Förderbahn. Das vor Ort sich ansammelnde Wasser wird mit Schaufeln hinter den Damm geworfen (»gepfützt«). Auch führt man bei geringeren Wasserzuflüssen Gerinne nach.

Kapitel II.

Strecken.

§ 8. **Erklärung und Zweck.** — Strecken sind ebenso wie die Stollen ganz oder nahezu horizontale Grubenbaue, welche jedoch kein Mundloch haben.

Im allgemeinen unterscheidet man: streichende, schwebende, einfallende, diagonale und querschlägige Strecken.

Die streichenden Strecken folgen dem Streichen, die schwebenden Strecken dem Fallen aufwärts, die einfallenden demselben abwärts, diagonale Strecken oder Diagonalen liegen zwischen Streichen und Fallen, querschlägige Strecken oder Querschläge werden rechtwinklig zum Streichen der Lagerstätte aufgefahren. Unter Auslängen (weniger richtig auch »Auslenken« genannt) versteht man die Fortsetzung einer streichenden Strecke.

Wasserstrecken oder Sumpfstrecken dienen zur Ansammlung von Wasser und bilden damit eine Reserve für die Wasserhaltungskräfte einer Grube, oder sie nehmen die auf ihnen abgehobenen Wasser mehrerer Schächte auf, während an irgend einem geeigneten Punkte eine größere Wasserhebungsmaschine aufgestellt ist. Den letzteren Zweck erfüllen die tiefste Wasserstrecke bei Clausthal mit den Wassersäulenmaschinen am Marienschachte, ferner die Sumpfstrecken der Scharleyer Galmeigruben, welche die Wasser des ganzen Reviers einer gemeinschaftlichen Anlage mit sehr kräftigen Maschinen zuführen u. s. w.

Wetterstrecken dienen als Abzugskanäle für den ausziehenden Wetterstrom.

Andere Bezeichnungen von Strecken sind später bei den Abbaumethoden zu besprechen.

Kapitel III.

S c h ä c h t e.

§ 9. **Zweck und Benennung.** — Die Schächte dienen zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung und Fahrung, sowie für das Hineinschaffen der beim Bergbaue notwendigen Materialien, Gezähe, Apparate u. s. w.

Erfüllt ein Schacht alle diese Funktionen, oder doch die wichtigsten derselben, so nennt man ihn Hauptschacht, dient er im wesentlichen nur einem der vorgenannten Zwecke, so unterscheidet man Förderschächte, Wasserhaltungsschächte, Wetterschächte u. s. w.

Die Hauptschächte haben Abteilungen, welche nach einem alten bergmännischen Ausdruck als Trümmer (Einheit: Trumm) bezeichnet werden — Fördertrumm, Kunsttrumm oder Pumpentrumm, Wettertrumm u. s. w.

Die obere Öffnung eines Schachtes, bzw. deren nächste Umgebung heißt Hängebank. Liegt dieselbe nicht am Tage, so hat man einen blinden Schacht.

Befindet sich die Hängebank nicht an einem Bergabhange, sondern in der Ebene, so muß dieselbe, um Haldensturz zu gewinnen, aufgesattelt, d. h. erhöht werden.

Richtschächte oder seigere Schächte sind solche mit ganz, oder nahezu lotrechten Stößen, tonnlägige Schächte diejenigen, welche unter einem Neigungswinkel von weniger als 75° abgeteuft sind. Schächte mit sehr viel Tonnlage nennt man auch flache Schächte oder Flache (im Wormrevier: Laufschächte), gebrochene Schächte solche von verschiedenen Neigungswinkeln. Letztere kommen besonders bei tonnlägigen Schächten vor, weil dieselben stets auf der Lagerstätte abgeteuft sind und dem verschiedenen Einfallen derselben folgen müssen.

§ 10. **Richtschächte und tonnlägige Schächte.** — In früherer Zeit wendete man ausschließlich tonnlägige Schächte an, weil im allgemeinen die ersten Anlagekosten billig waren, denn einmal ersparte man die Ausrichtungsquerschläge vom Schachte nach der Lagerstätte, außerdem gewann man schon beim Abteufen Erze bzw. Kohlen und lernte beim Gangbergbau die Erzführung des Ganges kennen.

Aus gleichen Gründen wird man bei geringem Kapital für den Anfang immer noch tonnlägige Schächte beibehalten können, aber gleichzeitig darauf Bedacht nehmen müssen (event. aus den erzielten Überschüssen), für die tiefern Sohlen einen Richtschacht herzustellen.

Die seigeren Schächte kommen zwar in der ersten Anlage teurer, haben aber für die ganze Dauer des Betriebes überwiegende Vorteile und sind deshalb bei genügendem Kapitale den tonnlägigen unter allen Umständen vorzuziehen.

Zunächst erleiden die Schachtstöße im Nebengesteine einen weit

geringeren Druck, als bei tonnlägigen Schächten, besonders wenn sie auf Gängen abgeteuft sind, und kann deshalb der Ausbau bei Richtschächten von vornherein schwächer genommen werden, bedarf auch demnächst bei weitem nicht so kostspieliger und häufiger Reparaturen. Ganz besonders aber spricht der Umstand für die Richtschächte, daß man in ihnen die Anlagen für Förderung und Wasserhaltung viel zweckmäßiger und billiger herstellen kann, auch später durch bessere Leistung und geringeren Verschleiß der Seile, Pumpkolben u. s. w. ganz wesentliche Vorteile hat, so daß Richtschächte in der Unterhaltung und im Betriebe sich ungleich billiger stellen, zumal man mit geringerer Schachttiefe dieselbe Abbauhöhe erreicht. Durch alle diese Umstände wird der Nachteil der kostspieligeren Anlage reichlich aufgewogen.

Die Schattenseite der tonnlägigen Schächte gelten in erhöhtem Maße für die gebrochenen, bei denen vor allem die Förderseile durch größere Reibung zu leiden haben, weil man sie an den Bruchstellen über Wehrrollen führen muß.

Vorgeschlagene Schächte sind diejenigen Richtschächte, welche im Hangenden einer Lagerstätte angesetzt sind, so daß sie dieselbe erst in einer gewissen Tiefe treffen und von da ab im Liegenden abgeteuft werden.

§ 11. Querschnittsformen.¹⁾ — Man unterscheidet Schächte von rechteckigem, quadratischem und rundem, ferner von elliptischem, polygonalem und einem aus vier flachen Bogen zusammengesetzten Querschnitte.

Eckige Schachtformen sind nicht zu umgehen, wenn man für den Ausbau Holz verwenden muß, oder den Schacht tonnlägig in den Lagerstätten abteuft.

Im letzteren Falle ergibt sich die oblonge Form der Schachtscheibe u. a. schon dadurch, daß man Förder- und Pumpentrumm nebeneinander legen muß, weil sowohl die Fördergefäße auf dem Liegenden gleiten müssen, als auch die Führung der Pumpengestänge (Tragrollen) auf demselben am besten anzubringen ist.

Bei saigeren Schächten wendet man, wenn man auf Holzausbau angewiesen ist, besser die quadratische Form an. Man hat dabei die Vorteile, daß bei gleichem Flächeninhalte der Umfang geringer ist als bei rechteckigem Querschnitte, mithin auch weniger Holz gebraucht wird; ferner, daß der Gebirgsdruck sich auf alle Seiten gleichmäßig verteilt und endlich, daß man unter allen Umständen die gebrochenen Jöcher vermeiden kann, vergl. VI. Abschn. § 25.

Schächte mit vier flachen Bögen wurden früher häufig bei der wasserdichten Ausmauerung in dem, das Steinkohlengebirge überlagernden, wasserreichen Mergel Westfalens angewendet, VI. Abschn., § 94, hauptsächlich wohl deshalb, weil sich an diese Form der Holzausbau im Steinkohlengebirge besser anschließen ließ. Seitdem man die Schächte aber auch im letzteren häufig ausmauert, hat man sich bei neuen Anlagen auch im Mergel der runden Schachtform zugewendet.

¹⁾ Form und Einteilung der saigeren Schächte in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1884. S. 298.

Runde Schächte haben bei größtem Inhalte des Querschnittes den kleinsten Umfang und bieten sowohl beim Abteufen, als auch beim Ausbau so viele Vorteile, daß man sich ihrer in neuerer Zeit am meisten bedient. In erster Linie erspart man bei ihnen das lästige, zeitraubende und kostspielige Heraushauen der Ecken, erhöht dadurch gleichzeitig die Festigkeit der Schachtstöße und macht den Druck sowohl des Gebirges, als auch (bei wasserdichtem Ausbau) des Wassers in allen Tiefen der Schachtstöße gleich.

Elliptische Schächte bieten nicht die Vorteile der runden und sind deshalb unzweckmäßig.

Polygonale Schächte entstehen durch verlorene Zimmerung für nachfolgende Mauerung; außerdem hat die hölzerne Cuvelage (VI. Abschn. Kap. 11, 1) dieselbe Form.

§ 12. Einteilung der Schachtscheibe in Trümmer. — Bei der Einteilung der Schachtscheibe in Trümmer für die verschiedenen Zwecke (§ 9) hat man besonders folgendes zu berücksichtigen:

1. Man muß für jedes Trumm genügende Fläche haben.
2. Der Fahrschacht (das Fahrtrumm) soll so liegen, daß man von ihm aus bequem in die übrigen Trümmer gelangen kann.
3. Bei starker Förderung muß das Fördertrumm so angebracht sein, daß man sowohl über, als unter Tage die Förderwagen von beiden Seiten aufschieben, bzw. durchschieben kann (IV. Abschn., § 101).
4. Das Kunst- (Pumpen- oder Wasserhaltungs-) Trumm muß an demjenigen Schachtstöße angebracht werden, welchem die Gesteinschichten zufallen, weil hier beim Abteufen der Einbruch hergestellt wird und die Pumpen zweckmäßig immer vom tiefsten Punkte aus ansaugen müssen, wenn die übrige Schachtsohle (das Gesenk) frei von Wasser sein soll.

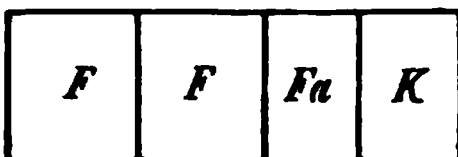


Fig. 263. Einteilung eines quadratischen Schachtes.

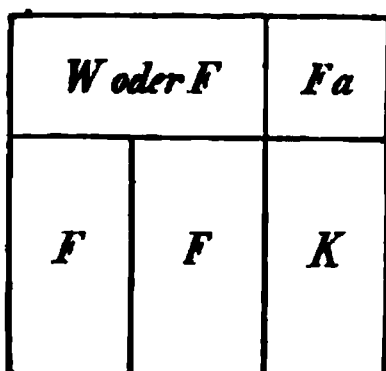


Fig. 264. Einteilung eines quadratischen Schachtes.

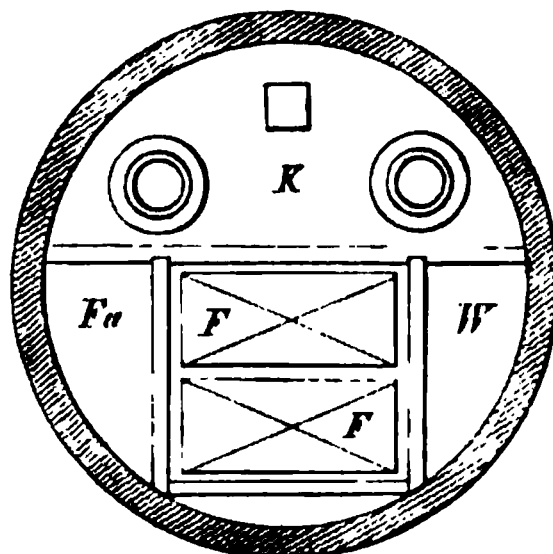


Fig. 265. Dahlbusch I.

Für tonnlägige Schächte ist die durch Fig. 263 dargestellte längliche Form und Einteilung geboten. *F* sind die beiden Fördertrümmer, *Fa* der

Fahrschacht, *K* der Kunstschacht. Dieselben Bezeichnungen gelten für die folgenden Beispiele; *W* ist dabei der Wetterschacht.

Bei quadratischer Form empfiehlt sich beispielsweise die Einteilung in Fig. 264. Hat man einen besonderen Wetterschacht, so kann man das betreffende Trumm, was auch vielfach geschieht, ebenfalls zur Förderung (z. B. für eine nahezu abgebaute, oder in Vorrichtung genommene Sohle) benutzen.

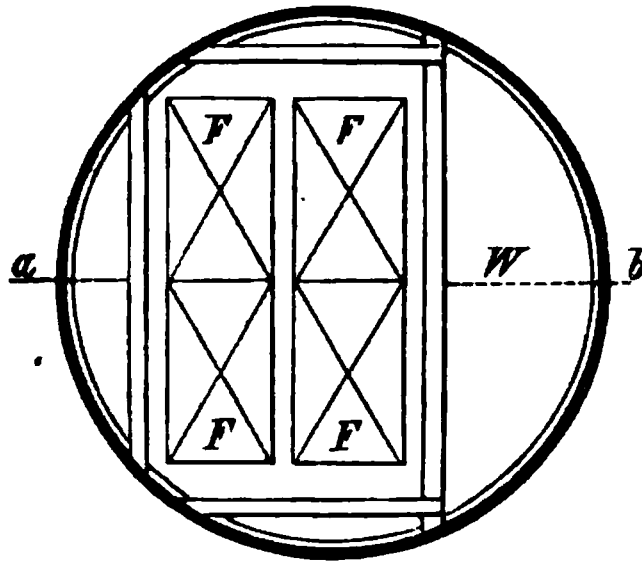


Fig. 266. Dahlbusch III.

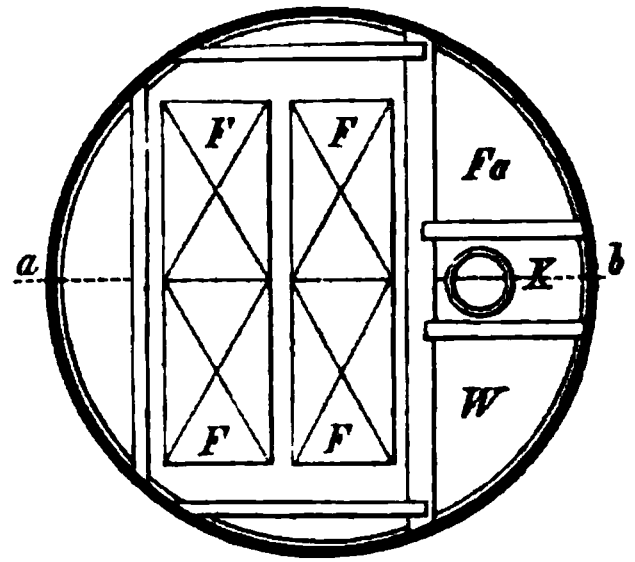


Fig. 267. Dahlbusch IV.

Bei runden Schächten ist die Einteilung sehr mannigfach. Die Fig. 265, 266, 267 stellen diejenige der Schächte I, III und IV auf Zeche Dahlbusch¹⁾ dar. In Fig. 265 steht nur ein Förderwagen auf dem Korbe, in den beiden übrigen stehen dagegen zwei hintereinander. Will man die Wagen nebeneinander stellen, so hat man in den Fig. 266 und 267 den Schachtscheider nach der Linie *a b* anzubringen.

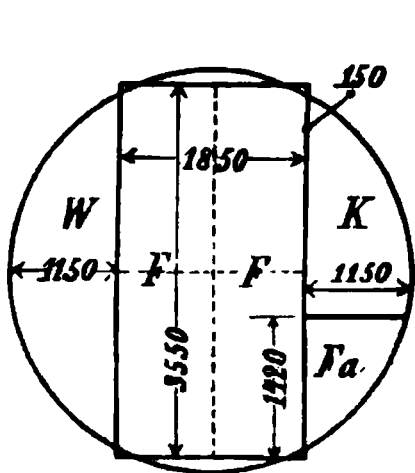


Fig. 268. Konstantin II.

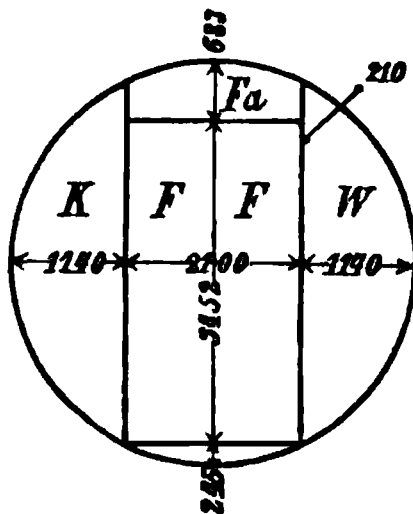


Fig. 269. Hannover III.

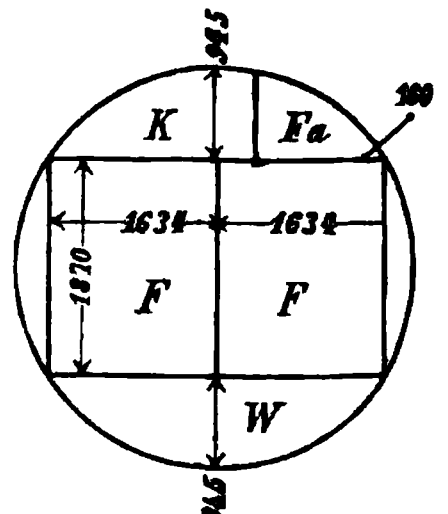


Fig. 270. Unser Fritz.

Andere Einteilungen sind folgende: Schacht II der Zeche vereinigte Konstantin der Große (Fig. 268), Schacht III der Zeche Hannover (Fig. 269), Schacht der Zeche Unser Fritz (Fig. 270), neuer Richtschacht der Grube Herzog Georg Wilhelm bei Clausthal (Fig. 271).

Schulz²⁾ schlägt für Bohrschächte von 3,65 m lichtem Durchmesser außerdem noch die Einteilungen Fig. 272, 273 und 274 vor. Die einge-

1) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. Taf. VIII. Fig. 1, 2, 3.

2) A. a. O. Taf. VIII. Fig. 4 u. 6.

schriebenen Maße gelten für die lechte Weite des Schachtes und bis zur Mitte der Einstriche.

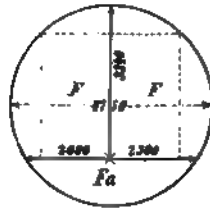


Fig. 271. Neuer Richtschart der Grube Herzog Georg Wilh. bei Clausthal

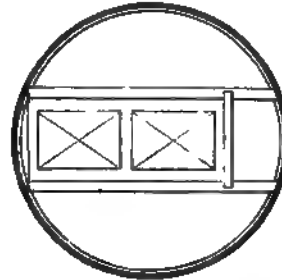


Fig. 272. Einteilung nach Schulz.

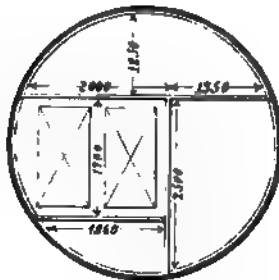


Fig. 273. Einteilung nach Schulz.

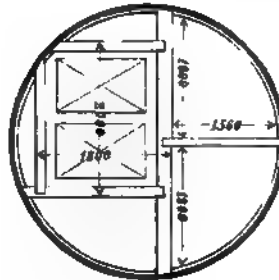


Fig. 274. Einteilung nach Schulz.

Endlich sind noch einige Beispiele von Schachtquerschnitten in England zu erwähnen. ¹⁾ Fig. 275 stellt den Förderschacht der Grube Allanshaw

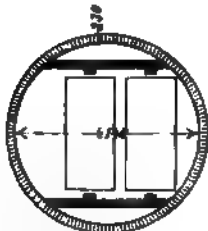


Fig. 275. Förderschacht der Grube Allanshaw.

Fig. 276. Förderschacht der Grube Harris Navigation.

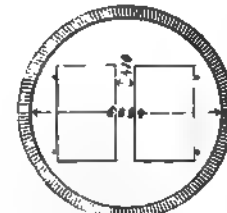


Fig. 277. Förderschacht der Grube Hoyland.

mit Holzleitung, Fig. 276 denjenigen von Harris Navigation mit Eisenleitung, Fig. 277 einen Schacht der Grube Hoyland und Fig. 278 den Förderschacht der Grube Risca, die bei den letzteren mit Drahtseilleitung dar.

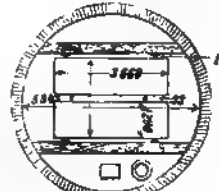


Fig. 278. Förderschacht der Grube Risca

¹⁾ Exploitation et réglementation des mines à grisou. Paris 1881. Vol. II. Angleterre. p. 89. Köhler, Bergbaukunde. 2. Aufl.

§ 13. Dimensionen der Trümmer. — Die Dimensionen der Trümmer dürfen nicht größer sein als es die Zwecke erfordern, damit der Schacht selbst nicht unnötig weit wird. Am genauesten lassen sich die Dimensionen bei einem Schachte mit Korbförderung bestimmen, besonders wenn die Größe der Förderwagen feststeht. Rechnet man für die letzteren eine Länge von 1700 mm und eine Breite von 750 mm, wie sie bei einem Inhalte von 500 kg Kohlen in Westfalen vielfach üblich sind, so ergeben sich für die Fördertrümmer, wenn 2 Wagen neben einander stehen sollen, folgende Dimensionen in Millimetern:

a. Breite.	
2 Wagen à 750	1500
Spielraum zwischen denselben	30
desgleichen zwischen Wagen und Korb 2 . 30	60
Korbwandung 2 . 20	40
Spielraum zwischen Korb und Schachtscheider 2 . 25	50
Spielraum zwischen den Körben (ohne Schachtscheider)	40
Summa	1720
b. Länge.	
1 Wagen	1700
Spielraum für die Klinken 2 . 20	40
Stärke derselben 2 . 15	30
Stärke der Leitschuhe 2 . 10	20
Spielraum derselben 2 . 10	20
Stärke der Leitbäume 2 . 100	200
Summa	2010

Mit diesem Rechtecke von 2010 mm auf 1720 mm, welches man sich zweckmäßig in verjüngtem Maßstabe aus Papier schneidet, kann man die beste Lage für den Förderschacht innerhalb des kreisförmigen lichten Querschnittes derart ausprobieren, daß möglichst viel nutzbarer Raum für die anderen Fördertrümmer übrig bleibt. Dabei ist zu bemerken, daß für den Fahrschacht eine größte Breite von 1 m genügt, daß man den Raum für den Kunstschaft nach der Anzahl und dem Durchmesser der einzubauenden Pumpen nebst Gestänge und den Raum für den Wetterschacht nach dem für die Grube nöthigen Wetterquantum zu bestimmen hat. Kommt man dabei auf zu kleine Dimensionen, also unter 2,5—3,9 m, so thut man besser, einen besonderen Wetterschacht herzustellen.

Auch bei dem Kunsttrumme darf man nicht zu knapp rechnen und muß darauf Rücksicht nehmen, daß man beim Einbau der Pumpen und Gestänge nicht zu sehr behindert ist, sowie daß event. noch Platz für eine zweite Pumpe, oder für Dampf- und Steigröhren einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine bleibt.

Allerdings ist es dabei nicht unbedingt erforderlich, die Weite des Pumpentrummes für die ganze Tiefe des Schachtes nach demjenigen Raume

zu bemessen, welchen das Kolbenrohr und die Ventilkästen einer Druckpumpe beanspruchen. Man kann für die letzteren vielmehr, wie z. B. auf Zeche Julius Philipp bei Bochum, eine besondere nischenartige Erweiterung herstellen und braucht für den übrigen Teil des Pumpentrummes nur den nötigen Raum für Gestänge und Steigerrohr.

Dagegen schränkt man bei dem Fahrtrum die Dimensionen in den neueren runden Schächten auf das notwendigste ein, was auch unbedenklich geschehen kann, sobald die Fahrung, wie es in der Regel der Fall ist, auf dem Korbe geschieht, so daß das Fahrtrum selten benutzt wird.

Die Stärke der hölzernen Schachtscheider beträgt nicht leicht unter 150 mm und läßt man sie deshalb zwischen den Körben häufig ganz fort. Auch empfiehlt es sich, der Raumersparnis halber, anstatt der hölzernen Schachtscheider, bezw. Einstriche, solche von I-Eisen anzuwenden.

Nach dem oben angegebenen Beispiele lassen sich die Dimensionen für andere Fälle, z. B. wenn nur ein Förderwagen oder deren zwei hintereinander auf dem Korbe stehen, leicht ermitteln.

§ 14. **Zwillingschächte.** — Die Dimensionen der Schächte müssen besonders dann möglichst gering gehalten werden, wenn man einen sehr starken Gebirgs- oder Wasserdruck zu erwarten hat, weil die Haltbarkeit und Stärke des Ausbaues wesentlich mit von der Weite des Schachtes abhängt.

Man verteilt in solchem Falle wohl die Fördertrümmer auf zwei in geringer Entfernung von einander abgeteufte, sogen. Zwillingschächte, und stellt die Fördermaschinen zwischen ihnen auf.

§ 15. **Wahl des Ansatzpunktes.** — Bei der Wahl des Ansatzpunktes für einen Schacht sind die Verhältnisse sowohl über als unter Tage maßgebend.

In letzterer Hinsicht kommt beim Kohlenbergbau in erster Linie die Lage der Flötze in Betracht. Bilden dieselben innerhalb des Grubenfeldes eine Mulde, so hat man den Schacht, falls das erste bauwürdige Flötz nicht zu tief liegt, auf die Muldenlinie zu setzen, weil hier für die Ansammlung des Wassers ein tiefster Punkt gegeben ist, ferner weil die Förderung von allen Teilen des Feldes auf geneigten Bahnen zum Schachte gebracht werden kann und endlich, weil der letztere ohne Querschlagsbetrieb beide Muldenflügel löst.

Fallen die Flötze alle nach einer Richtung ein, so setzt man den Schacht möglichst nahe an diejenige Markscheide, welcher die Flötze zufallen. Man vermeidet dadurch zu lange liegende Querschläge, welche den Nachteil haben, daß sie das oberste Flötz, welches zuerst abgebaut werden muß, am spätesten erreichen und in jedem Flötze auf doppelte Förderlängen führen.¹⁾

In Bezug auf die Wahl des Ansatzpunktes für den Förderschacht im Streichen der Lagerstätte gilt der Grundsatz, daß die Förderlängen auf beiden

¹⁾ Berggeist. 1864. Nr. 73. S. 343; Nr. 75. S. 347.

Seiten des Schachtes sich umgekehrt verhalten müssen, wie die auf denselben zu transportierenden Fördermengen. Bei Flötzen von gleichartiger Beschaffenheit wird der Schacht demnach in die Mitte der Feldeslänge kommen, während man bei Gängen, vorausgesetzt, daß ihre Erzführung durch ältere Arbeiten schon bekannt ist, den Schacht näher bei den reicheren Erzmitteln anlegen muß.

Von großer Wichtigkeit sind für die vorliegende Frage jedoch auch die Verhältnisse über Tage, ganz besonders das Vorhandensein von Fahrstraßen, Eisenbahnen und Kanälen, Wasserkraft u. s. w. Die Möglichkeit einer bequemen und billigen Abfuhr der Produkte ist um so mehr ins Auge zu fassen, je größer und weniger wertvoll in der Einheit das Förderquantum ist. Für Kohlengruben haben deshalb diese Verhältnisse eine so hervorragende Bedeutung, daß die Rücksichten auf die Verhältnisse unter Tage sehr häufig ganz oder teilweise zurückstehen müssen.

Je flacher die Flötze einer Kohlengrube liegen, um so mehr geben die Verhältnisse über Tage bei der Entscheidung der vorliegenden Frage den Ausschlag.

Ferner hat man bei der Wahl des Schachtpunktes darauf zu sehen, daß kein Wasser vom Tage her eindringen kann. In flacher Ebene erreicht man diesen Zweck schon dadurch, daß man den Schacht auf eine geringe Bodenhebung setzt.

Aus demselben Grunde darf man einen Schacht nicht in einer Thalsole ansetzen, auch wenn sich in derselben kein fließendes Wasser befinden sollte, am wenigsten aber dann, wenn ein Thal der einzige Ausläufer eines Thalkessels oder mehrerer Seitenthäler ist. Sollte in diesem Sammelgebiete ein Wolkenbruch oder plötzliches Schmelzen größerer Schneemassen eintreten, dann können die Wasser in den Schacht fallen und die ganze Grube der Gefahr des Ersaufens aussetzen, wie es vor längerer Zeit bei der Zeche Hasewinkel in Westfalen vorgekommen ist. Dort hat man sich gegen die Wiederholung eines solchen Unfalls durch eine Umwallung geschützt, deren Spitze thalaufwärts gerichtet ist.

Endlich können das Vorkommen von Diluvialschichten an der Tagesoberfläche, sowie die Nähe von Flüssen und Teichen, mangelhafter Baugrund u. s. w. Veranlassung sein, einen aus anderen Gründen für richtig erkannten Schachtpunkt zu verschieben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß in jedem speziellen Falle die maßgebenden Verhältnisse in ihrer Wichtigkeit abzuwägen sind und daß hiernach die Wahl des Schachtpunktes zu treffen ist.

§ 16. Lage der Schachtscheibe zu den Gebirgsschichten.¹⁾ — Bei tonnlägigen, in der Lagerstätte abgeteufte Schächten steht es ein für alle mal fest, daß die langen Stöße parallel zum Streichen der Lagerstätte gelegt

1) Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8. S. 17.

werden müssen, schon deshalb, weil sich nur auf diese Weise die einzelnen Trümmer zweckmäßig anordnen lassen.

Auch seigere Schächte von rechteckiger Form werden in derselben Weise angelegt, damit man die Füllörter (u. a. zum Zweck des Durchschiebens der Förderwagen) in den langen Stößen anbringen kann.

Bei steilem Einfallen der Gesteinsschichten und Flötze legt man für Richtschächte die Schachtscheibe mit ihrer Längsrichtung rechtwinklig gegen das Streichen, so daß der Druck der hangenden Gebirgsschichten gegen einen der kurzen Stöße gerichtet ist. Bei der geringen Breite derselben wirkt der Druck am geringsten, auch läßt sich der Ausbau des kurzen Stoßes am widerstandsfähigsten herstellen.

§ 17. Entfernung der Schächte. — Im allgemeinen gilt für die Entfernung der Förderschächte eines Grubenfeldes der Grundsatz, daß man die Förderlängen nicht zu groß werden lassen darf¹⁾, nicht allein wegen der hohen Förderkosten, sondern auch, weil man in diesem Falle in sehr bedeutenden Streckenlängen den Ausbau erhalten muß. Diese Regel läßt sich am leichtesten befolgen, wenn die Schächte nicht tief und ohne erhebliche Kosten abzuteufen sind. Man ist alsdann in der Lage, durch eine größere Anzahl von Schächten die mittlere Förderlänge abzukürzen.

Erfordert aber die Anlage eines Schachtes große Kosten, so ist es zweckmäßig, mit einer einzigen großen Schachtanlage das ganze Grubenfeld abzubauen. Natürlich muß dann, wie u. a. die neuen Anlagen im Fischbachthale bei Saarbrücken, sowie die nördlichsten Zechen des Ruhrbeckens zeigen, die größte Sorgfalt auf eine möglichst vollkommene Einrichtung der Streckenförderung verwendet werden.

§ 18. Das Abteufen der Schächte. — Das Abteufen der Schächte erfolgt bei nicht zu wasserreichem, festem Gebirge durch Sprengarbeit, bei festem, sehr wasserreichem Gebirge durch Abbohren (VI. Abschn., Kap. 12), und in Schwimmsand durch Getriebearbeit oder Herstellen von Senkschächten (VI. Abschn., Kap. 13), ferner nach dem Verfahren von Poetsch oder endlich nach demjenigen von Haase (VI. Abschn., §§ 160, 161).

Vor allem ist beim Abteufen darauf zu achten, daß die Seiten der Schachtquerschnitte an jeder Stelle des Schachtes einander parallel sind und ferner, daß das vorgeschriebene Einfallen des Schachtes genau eingehalten wird. Dies wird durch Abloten kontrolliert und zwar bei runden Schächten durch ein Lot in der Mitte. Bei eckigen Richtschächten werden die Lote nahe den Ecken aufgehängt, damit sie nicht anliegen, bei tonnlagigen Schächten muß sich die für 4 m vorgeschriebene Tonnlage durch ein Horizontalmaß zwischen dem Lote und dem Vorderholze der Jöcher ergeben.

Geschieht das Abteufen der Schächte durch Sprengarbeit, so schießt man den Einbruch bei flacher Lagerung in der Mitte — falls nicht etwaige

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1860, Bd. 8. S. 130.

Schlechten andere Stellen als zweckmäßiger erscheinen lassen, — sonst unter dem Kunsttrumm.

Der Einbruch muß immer möglichst tief gehalten werden, damit man der Schachtsohle ein strossenartiges Ansehen geben kann, welches nicht allein für die bessere Wirkung der Bohrlöcher, sondern auch deshalb wichtig ist, weil man dabei die größte Anzahl Arbeiter zweckmäßig anstellen kann.

§ 19. Abteufen bei gleichzeitiger Förderung. — Besonders beim Steinkohlenbergbau ist es häufig nötig, den Förderschacht abzuteufen, während die Förderung nicht unterbrochen werden darf. Der Schutz der im Schachte befindlichen Arbeiter gegen die Folgen etwaiger Seilbrüche wird auf verschiedene Weise erreicht:

In Saarbrücken teufte man in einiger Entfernung vom Förderschachte einen blinden Hilfsschacht 40—42 m tief ab, unterfuhr von hier aus den Schacht und brachte nunmehr auch diesen nieder. Das stehen gebliebene feste Mittel wurde zuletzt weggenommen.¹⁾

Ist das Fahrtrumm geräumig genug, so teuft man auch wohl dieses allein ab, erweitert bei 8—10 m Tiefe den Schacht bis auf seine richtigen Dimensionen und verfährt darauf wie im ersten Falle.

Da bei dem Stehenlassen von Bergfesten unter dem Förderschachte die Förderung der beim Abteufen gewonnenen Massen mit zwei Haspeln geschehen muß, was aber kostspielig ist, so verschließt man nur das eine Fördertrumm durch eine Bergfeste oder eine starke, mit einem $4\frac{1}{2}$ m dicken Polster von Faschinen oder alten Drahtseilen bedeckte Schutzbühne, das andere Fördertrumm dagegen mit einer auf Rädern laufenden und gleichfalls mit einem Polster bedeckten Schiebebühne, so daß die Bergförderung durch die Fördermaschine besorgt werden kann.²⁾

Die Wasserhaltung wird bei derartigem Abteufen am besten dadurch erspart, daß man den Förderschacht von einem nahe gelegenen Wasserhaltungsschachte aus unterfährt und abbohrt, wodurch man gleichzeitig für Wetterlosung sorgt.

Auch empfiehlt es sich in solchem Falle sehr, den Förderschacht nicht abzuteufen, sondern mittelst Überbrechen herzustellen, wie es, ähnlich dem Verfahren von Godin und Demanet³⁾, im Jahre 1865 im Königin-Marienschachte bei Clausthal und im Jahre 1872 auf ver. Mathildengrube in Oberschlesien⁴⁾ bis über 50 m Höhe, außerdem auch bei mehreren westfälischen Gruben⁵⁾ in Anwendung gekommen ist.

Man stellt dabei in zwei diagonal gegenüber liegenden Ecken durch

1) Preuß. Ztschr. 1856. Bd. 3. S. 162; Bd. 8 A. S. 177.

2) Ebenda. 1855. Bd. 2 A. S. 353.

3) Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 43. — Glückauf. Essen 1870. Nr. 54. — Annales de Mines. Paris. t. 48. p. 389.

4) Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 24. S. 296.

5) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 358.

Schrotholz Rollen her, von denen die eine zur Fahrung eingerichtet wird, während die andere zum Abstürzen der überflüssigen Berge dient. Der übrige Raum wird mit Bergen gefüllt, auf welchem die Häuer bei der Arbeit bequem stehen können. Die untere Mündung der Rollen befindet sich in der Firste der Unterfahrungsstrecke.

In Ermangelung zuverlässiger Markscheiderangaben dient das Bohrloch zum Anhalten. Da aber auch dieses von der senkrechten Richtung abgewichen sein könnte, so empfiehlt es sich, das Überbrechen in geringeren Dimensionen zu halten. Ist der Durchschlag erfolgt, dann werden von oben nach unten die stehen gebliebenen Stöße nachgeschossen, das Gebirge abgestürzt und der Ausbau eingebracht.

§ 20. Beschleunigung des Schachtabteufens. — Die Beschleunigung des Schachtabteufens geschieht im unverritzten Gebirge:

1. durch Anwendung des Maschinenbohrens,
2. durch Anbringen einer genügenden Anzahl von Arbeitern,
3. durch kurze Schichten und Entbindung der Häuer von allen Nebenarbeiten.

Wo der Schacht in mehreren Sohlen unterfahren werden kann, ist eine bedeutende Beschleunigung noch dadurch zu erzielen, daß er an möglichst vielen Punkten gleichzeitig durch Abteufen und Überbrechen in Angriff genommen wird.

Auf diese Weise ist u. a. der Silbersegener Richtschacht bei Clausthal an 14 Stellen, der Medingschacht an 9 Stellen (1 Abteufen, 4 Abteufen und Überbrechen) in Angriff genommen und letzterer dabei in $2\frac{1}{2}$ Jahren auf 260 m Tiefe gebracht.¹⁾ Auch der Königin-Marienschacht ist auf dieselbe Weise hergestellt.

§ 21. Leistungen beim Schachtabteufen. — Auf Zeche Erin bei Castrop (Westfalen) hat man zwei runde Schächte von 4,42 m Durchmesser in trockenen Kreidemergeln abgeteuft und dabei durchschnittlich im Monat 26 m inkl. eiserner Cuvelage bzw. Mauerung fertig gestellt.

Der Schacht Julia in Herne (Westfalen) ist bei 3,16 m Durchmesser in $1\frac{1}{2}$ Jahren auf 260 m Teufe niedergebracht.

Auf Zeche Hansa bei Dortmund wurden bei 1,2—1,5 cbm Wasserzuflüssen pro Minute und bei einem Durchmesser von 4,42 m monatlich etwa 12 m, im Oeynhausenschachte bei Ibbenbüren bei wenig Wasser und günstigen Umständen, sowie demselben Durchmesser monatlich 14 m, bei viel Wasser und festem Konglomerate dagegen nur 2—3 m abgeteuft.

Die hohe Leistung auf Schacht Erin ist zum größten Teile wohl der günstigen Gesteinsbeschaffenheit zuzuschreiben. Es ist dabei hervorzuheben, daß man, abweichend von dem sonst üblichen Verfahren, nicht im Gedinge, sondern im Schichtlohn arbeitete und dreimännisch bohrte und zwar unter den nachstehenden Nebenbedingungen:

1) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 463.

Die Belegung wurde je nach der leichteren oder schwierigeren Gewinnbarkeit vermindert oder vermehrt und betrug 8—10 Mann. Zur Beaufsichtigung und Anweisung der Häuer waren Vormänner (Drittelführer) angestellt, welche selbst arbeiteten und für die Ausführung der Arbeit verantwortlich waren. Außerdem hatte ein Tagsteiger und ein Nachtsteiger die Arbeiter zu kontrollieren.

Die Häuer hatten abwechselnd 4 Stunden Arbeit und 8 Stunden Ruhe, so daß sie innerhalb 24 Stunden zweimal anfahren mußten. Außerdem waren dem Aufsichtspersonal Prämien für Mehrleistung über ein festgesetztes, nach der Gesteinsbeschaffenheit sich minderndes Maß ausgesetzt.

Auch auf dem neuen Schachte der Grube Herzog Georg Wilhelm bei Clausthal werden mit Hilfe einer Sachs'schen Bohrmaschine monatlich 12—14 m abgeteuft, welcher Erfolg zum großen Teile dem schnellen Einbringen des eisernen Ausbaues (VI. Abschn., § 52) mit Hilfe einer fliegenden Bühne zuzuschreiben ist.

§ 22. Schachtabteufen mit Diamantbohrern. — Das Abteufen der Schächte mit Diamantbohrern (I. Abschn., § 67) ist durch den Ingenieur Pleasants in Pennsylvanien, später in England und auf der Königin-Louisengrube in Oberschlesien, auf letzterer jedoch mit nicht günstigem Erfolge, in Anwendung gebracht. Das Verfahren ist im allgemeinen folgendes.¹⁾

Auf einer viereckigen oder runden Schachtscheibe werden mit Diamantbohrmaschinen eine größere Anzahl (30—40) 45 mm weite Bohrlöcher in regelmäßigen Abständen bis auf eine Tiefe von 50—100 m niedergebracht und mit losem Sande gefüllt, darauf die Bohrlöcher, nachdem man den Sand 1 m tief entfernt hat, besetzt und zunächst die mittleren Löcher, sodann die übrigen mittelst elektrischer Zündung weggethan.

Das Abbohren kann zur Beschleunigung mit mehreren (bis 10) Bohrmaschinen geschehen und damit bei einer täglichen Leistung von 10 m pro Maschine in 6 bis 8 Wochen vollendet sein.

§ 23. Beispiele von Schachttiefen.²⁾ — Die größte Tiefe hat bis jetzt der Adalbertischacht in Příbram (Böhmen) mit 1000 m erreicht. Darauf folgen die beiden Schächte der Steinkohlengrube Viviers réunis bei St. Gilly in Belgien mit 863 m (außerdem ist man von der tiefsten Sohle aus noch 200 m mit einem [blinden] Untersuchungsschachte niedergegangen), der Einigkeitsschacht zu Lugau in Sachsen mit 804 m, der Samsonschacht in St. Andreasberg mit 772 m, der Herzog Georg Wilhelmer Schacht bei Claus-

1) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 467. — Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 286, 289. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 77. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. Leipzig 1874. S. 124. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 18. pag. 49. — The Mining Journal. London. Vol. 44. pag. 575. — Zeitschr. f. Baukunde. Bd. VI. S. 178.

2) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 472. — Glückauf. Essen 1876. Nr. 7 u. 8. — The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 164.

thal mit 770 m; ferner von Steinkohlengruben: der Förderschacht von Rosebridge bei Wigan in England mit 745 m, der 683 m tiefe Schacht von St. Luc bei St. Chamont in Frankreich, der Schacht der Grube Pendleton bei Manchester in England mit 675 m, der tiefste Schacht der Grube Ronchamp in Frankreich mit 570 m. — Dieselbe Tiefe hat das Silbererzbergwerk Kongsberg in Norwegen. Außerdem sind zu nennen: der 540 m tiefe Amalienschacht der Erzbergwerke zn Schemnitz in Ungarn, die 500 m tiefen Schächte Camphausen I bei Saarbrücken, Hugo, Graf Moltke u. a. in Westfalen.

Kapitel IV.

Maßregeln zur Sicherung der Baue gegen Wasserausbrüche.

§ 24. Vorbohren. — Beim Vorhandensein alter Baue, deren Lage nicht genau bekannt ist, muß mit der größten Vorsicht vorgegangen werden. Die Lage muß zuvor durch neue und zuverlässige markscheiderische Aufnahmen festgestellt und sodann erst durch Vorbohren versucht werden, eine Lösung der alten Baue herbeizuführen (vergl. I. Abschn. § 86).

Im Sutrostollen bohrte man mit Diamanten 30 m weit vor und löste damit einen Schacht, welcher 250 m hoch mit Wasser gefüllt war¹⁾. Vergl. S. 123.

§ 25. Sicherheitspfeiler.²⁾ — Um vor Wasserdurchbrüchen aus benachbarten, verlassenen Gruben geschützt zu sein, sind in den meisten Bergrevieren Sicherheitspfeiler an den Markscheiden angeordnet, welche nach der Verordnung des Oberbergamts in Dortmund vom 12. April 1862 und des Oberbergamts in Breslau vom 11. März 1872 auf jeder Seite der Markscheide 20 m betragen müssen. Gruben, welche sich zu einer gemeinschaftlichen Wasserhaltung geeinigt haben, bedürfen dieser Sicherheitspfeiler nicht.

Ebenso muß man gegen auflagerndes, wasserreiches Gebirge genügende Sicherheitspfeiler stehen lassen. Für die westfälischen Gruben ist die Stärke derselben gegen die das Steinkohlengebirge bedeckenden wasserreichen Kreidemergel (Emschermergel) durch die Bergpolizeiverordnung des Oberbergamts in Dortmund vom 17. Febr. 1877 auf 20 m festgesetzt.

(Über Sicherheitspfeiler zum Schutze der Gegenstände auf der Tagesoberfläche vergl. §. 36.)

¹⁾ The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 19. p. 385.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1867. Bd. 13. S. 73.

Kapitel V.

Aus- und Vorrichtung.

§ 26. **Ausrichtung flachliegender Lager und Flötze.** — Die Ausrichtung flachliegender Lager und Flötze geschieht durch Tiefbauschächte. Ist die Lagerstätte erreicht, so erfolgt sofort die Vorrichtung, demnächst der Abbau und darauf das weitere Abteufen des Schachtes bis zum nächsten Flötz. Unter solchen, in England gewöhnlichen, auf dem europäischen Kontinent aber selten vorliegenden Umständen, ist man in der günstigen Lage, wenig oder gar keine Arbeiten im Nebengesteine vornehmen zu müssen.

§ 27. **Ausrichtung von steil einfallenden Lagerstätten. Sohlenbildung.** — Im allgemeinen ist es für die Zwecke des Abbaues, der Förderung und Wetterversorgung nötig, eine Lagerstätte mittelst der Vorrichtungsarbeiten in Abschnitte von gewisser Größe zu teilen. Steil einfallende Lagerstätten werden in horizontale Abschnitte geteilt, deren untere Begrenzung man Sohle nennt.

Bei der Ausrichtung durch Stollen werden diese Sohlenbildungen erreicht, indem mehrere Stollen untereinander zu liegen kommen, bei seigeren Tiefbauschächten in ähnlicher Weise durch Querschläge (Schacht-, Haupt- oder Ausrichtungsquerschläge, im Gegensatze zu den später zu erwähnenden Abteilungsquerschlägen), mittelst deren man vom Schachte aus die Lagerstätte anfährt. Da diese Querschläge beim späteren Abbau durch Sicherheitspfeiler geschont werden müssen, empfiehlt es sich, sie untereinander zu legen.

Bei Vorhandensein einer größeren Anzahl von Flötzen gehen diese Querschläge vom Schachte aus bis an die Markscheiden, und zwar nach der einen Seite ins Liegende, nach der anderen ins Hangende der Flötze.

Vom Querschlage aus werden in den bauwürdigen Flötzen zunächst streichende Strecken, die sogen. Grundstrecken oder Sohlenstrecken aufgefahren, welche unter sich in angemessener Entfernung wiederum durch Abteilungsquerschläge (s. o.) verbunden werden.

Beim Gangbergbau haben die Schachtquerschläge mit dem Erreichen des Ganges ihr Ende erreicht, sofern man nicht mit mehreren Gängen zu thun hat. Im Gange fährt man Sohlenstrecken auf, welche in Sachsen Gezeugstrecken, am Harze Feldortstrecken, in Österreich Läufe genannt werden.

Bei tonnlägigen, auf der Lagerstätte abgeteufen Schächten setzt man die Sohlenstrecken direkt am Schachte an und bedarf der Ausrichtungsquerschläge wiederum nur beim Vorhandensein mehrerer Gänge.

§ 28. **Zweckmäßige Lage der oberen Sohle.** — Beim Ansetzen der oberen Sohle hat man darauf zu sehen, daß sie tief genug unter etwaigen wasserführenden Stollen, wasserreichen, überlagernden Gebirgsschichten,

sowie unter der Tagesoberfläche bleibt, damit man nicht durch Brüche das obere Wasser in die Grubenbaue zieht. In solchen Fällen wird über der ersteren Sohle gar nicht abgebaut, sie dient vielmehr als obere sichere Begrenzung für den von unten kommenden Abbau. Da die obere Sohle für diesen Zweck offen erhalten werden muß, so dient sie gleichzeitig als Wetterstrecke. Erst unterhalb der Wetterstrecke beginnt die Numerierung der Tiefbausohlen (1., 2., 3. u. s. w. Tiefbausohle).

§ 29. Sohlenabstände und deren Bestimmung.¹⁾ — Die Abstände der Tiefbausohlen können seiger oder flach, d. h. nach der Fallungslinie, gemessen werden und fallen im letzteren Falle mit dem Begriffe *Abbauhöhe* oder *Höhe der Bauabteilung* zusammen.

Bei der Ausrichtung von Tiefbauschächten aus wird lediglich der seigere Abstand der Schachtquerschläge, bei tonnlägigen Schächten gewöhnlich der flache Abstand der Sohlenstrecken angegeben.

Bei dem älteren Gangbergbau kannte man keine regelmäßigen Sohlenabstände, dort, wo der Gang sich beim Abteufen besonders edel zeigte, setzte man die Sohlenstrecken an und baute ab. Daher die große Anzahl Feldortstrecken z. B. bei den alten Harzer Gruben Dorothea und Caroline, sowie in St. Andreasberg.

In neuerer Zeit jedoch sucht man die Sohlenbildung mit den Anforderungen eines rationellen und dabei billigen Betriebes in Einklang zu bringen, und wenn die Sohlenabstände auch in den einzelnen Bergwerksrevieren sehr verschieden ausfallen, so sind sie doch überall den lokalen Verhältnissen angepaßt und unter denselben Umständen auch gleich. So hat man in Sachsen jetzt 80 m (früher 40 m), im Rammelsberge 20 m, am Harz früher ausschließlich 30, jetzt häufiger 40 m und auf Grube Ring und Silberschnur, wo das Erzmittel 240 m vom Schachte entfernt liegt, 80 m Sohlenabstand. Bei nesterweisem Vorkommen edler Erze, wie in St. Andreasberg, beträgt derselbe nur 20 m.

In Westfalen betragen die seigeren Abstände der Tiefbausohlen bei mittlerem Fallwinkel 75—80 m, bei flachem Einfallen 25—30 m; Abstände von 100 m kommen selten vor. Man sucht hier im allgemeinen die Sohlen so tief zu legen, daß die über ihnen anstehenden Kohlen in jeder Bauabteilung in etwa 5 Jahren abzubauen sind. Bei längerer Dauer würde das Offenerhalten der Bremsberge und sonstigen Strecken zu kostspielig werden.

In Saarbrücken²⁾ betragen die Sohlenabstände auf den östlichen Fettkohlengruben, entsprechend dem größeren Kohlenreichtum, nur 55 m, während man sie in den flötzärmeren und flach gelagerten Gebieten der westlichen Flammkohlengruben größer genommen hat, nämlich auf den Gruben:

1) A. von Groddeck in Berg- u. Hüttenm. Zeitung. Leipzig 1865. Nr. 23 und 24.

2) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 3.

Friedrichsthal	zu	75 m
Albertschacht (Serlo)	-	100 -
Burbachstollen	-	104 -
Gerhard	-	158 -

Betreffs der Berechnung für die Abbauhöhe wird einfach der feste kubische Inhalt des Abbaufeldes als Förderkohle betrachtet (1 cbm = 10 hl), denn wenn auch nach älteren Ermittlungen 1 Quadratlachter Kohle für jeden Zoll Mächtigkeit $2\frac{1}{2}$ Scheffel schüttet und damit eine Volumvermehrung um 20% stattfindet, so müssen andererseits der Sicherheit wegen 20% als Abbauverlust wieder in Abzug gebracht werden.

§ 30. **Sohlenbildung von unten nach oben.**¹⁾ — Bisher ist lediglich des gewöhnlichen Verfahrens der Sohlenbildung von oben nach unten gedacht. Es läßt sich nun nicht verkennen, daß diesem Verfahren manche Übelstände anhaften, welche gegebenenfalls dadurch vermieden werden können, daß man zunächst bis zum tiefsten Punkte abteuft, hier die erste Sohle etabliert und nun nach oben hin, unter Bildung von neuen Sohlen nach dem Abbau der vorhergehenden, die Lagerstätte abbaut. Dieses Vorgehen würde folgende Vorteile bieten:

Zunächst würden die Maschinenkräfte, so lange sie neu sind, auf ihre größte Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen, bei zunehmender Abnutzung aber entlastet werden, während es bei der jetzt üblichen Art der Sohlenbildung von oben nach unten umgekehrt ist.

Sodann brauchte man nur ein Minimum von Streckenausbau, während man anderenfalls viele Sohlenstrecken nur deshalb offen erhalten muß, um die von ihnen dem Schachte zugeführten Wasser nicht tiefer fallen zu lassen, was trotz aller Vorsicht nie ganz zu verhüten sein wird. Dem Schachttiefsten wird mit dem Vorrücken des Abbaues gewöhnlich immer mehr Wasser zugeführt, während man bei der Sohlenbildung von unten nach oben stets geschlossenes Gebirge über sich, deshalb aber auch bei der größten Wasserhebungstiefe die geringsten Zuflüsse hat.

Trotz dieser augenscheinlichen Vorteile wird die Sohlenbildung von unten nach oben nur selten anzuwenden sein [nach Lottner¹⁾ ist es in Westfalen nur einmal und zwar auf Zeche Glückauf Tiefbau geschehen]. Zunächst muß der der tiefste Punkt, bis zu welchem der Schacht abzuteufen ist, bzw. von welchem aus Sohlenbildung und Abbau vorgenommen werden sollen, gegeben sein, sei es durch Lagerungsverhältnisse (geschlossene Mulde), sei es durch die Art der Verleihung (z. B. zwei in dem Muldentiefsten zusammenstoßende Längfelder) u. s. w.

Sodann muß von vornherein ein großes Anlagekapital vorhanden sein, auf einen Ertrag durch Förderung jedoch lange Zeit verzichtet werden können, was beides selten der Fall sein wird, zumal der Zinsverlust mit berücksichtigt werden muß.

1) Lottner Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 285.

Bei gewöhnlicher Sohlenbildung von oben nach unten werden am frühesten Erträge erzielt, auch ist das Anlagekapital geringer, weil die Kosten für die Bildung der tieferen Sohlen aus den Überschüssen des Abbaues der oberen gedeckt werden.

§ 31. **Betrieb der Vorrichtungsstrecken.** — Bei dem Betriebe streichen-der Vorrichtungsstrecken (Sohlen-, Abbau-, Wetterstrecken) gelten folgende Regeln:

Vor allem müssen sämtliche Strecken in möglichst gerader Richtung und mit regelmäßigem Neigungswinkel der Sohle getrieben werden. Verstöße hiergegen erschweren die Förderung und veranlassen hohe Förderkosten.

Wenig mächtige, steil einfallende Lagerstätten nimmt man beim Betriebe der Strecken in die Mitte des Ortes, wenn die Festigkeit des hangenden und liegenden Nebengesteins gleich ist. Einerseits kann alsdann die Strecke bei geringen Schwankungen im Streichen der Lagerstätte gerade bleiben, andererseits findet man auf diese Weise bei Erzgängen etwa abzweigende Trümmer.

Die beim Nachreißen des Nebengesteins gewonnenen Berge müssen besonders beim Kohlenbergbau ohne weiten Transport, also unmittelbar vor Ort versetzt werden müssen können. Der nötige Raum hierzu ist durch Aus-hauen von Kohle herzustellen. Bei schwebenden Strecken, Diagonalen und ganz besonders bei Bremsbergen sind jedoch, weil man dieselben nicht zu breit hauen darf, die gewonnenen Berge zu fördern. Das Versetzen derselben beschränkt sich mithin im wesentlichen auf die Abbaustrecken.

Gewöhnlich schafft man den Raum für die Berge durch Verbreitern des Ortes nach der Fallungslinie, wie in Fig. 279 und 280 bei flachem Fallen, während bei steilerem Fallen, je nachdem eine Wasserseige (a) erforderlich ist oder nicht, in der durch die Fig. 281, 282, S. 238, angedeuteten Weise vor-gegangen werden kann. Größere Unregelmäßigkeiten im Streichen des Flötzes werden im Interesse der Förderung und Wetterführung durch Nachreißen des Nebengesteins ausgeglichen.

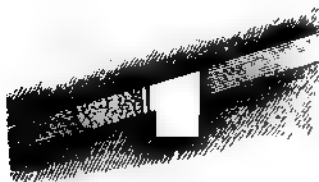


Fig. 279. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

Fig. 280. Abbaustrecke mit Bergeversatz

Bei sehr mächtigen Lagerstätten werden die Strecken gewöhnlich nahe an das Liegende, seltener an das Hangende gelegt, mitunter geht man auch auf beiderlei Weise gleichzeitig vor, wie in den stockförmigen Flötzen Frankreichs.¹⁾

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 4864. Bd. 42. Taf. VII.

Ist dabei das Aufquellen der Sohle zu fürchten, so baut man auf dem Liegenden etwas Kohle an, wie es vielfach in Braunkohlenflötzen geschieht.

Ist die Ausfüllung der Lagerstätte sehr hart, so legt man die Sohlenstrecken halb in das Nebengestein, um in demselben leichter Einbruch schießen, zugleich auch die Begrenzung der Lagerstätte verfolgen zu können.



Fig. 281. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

Fig. 282. Abbaustrecke mit Bergeversatz.

Weiteres über Vorrichtung und die dazu nötigen Strecken wird bei den einzelnen Abbaumethoden erwähnt werden.

§ 32. Unterwerksbau. — Unterwerksbau ist diejenige Abbaumethode, bei welcher man, von einer Sohlenstrecke aus, dem Einfallen der Lagerstätte nach vorgeht und von unten nach oben abbaut.

Dieses Verfahren kann unter manchen Umständen sehr empfehlenswert sein und kommt besonders häufig bei flach einfallenden Flötzen und kleinen Mulden in Anwendung, wenn man die Kosten für ein weiteres Abteufen des Schachtes und für einen langen Ausrichtungsquerschlag gänzlich ersparen oder an Zeit gewinnen will. Würde ein solcher tiefer liegender Flötzteil lediglich mit einem liegenden Querschlage ausgerichtet, so müßte man erst aufwärts vorrichten und könnte mit dem Abbau nicht eher beginnen, als bis die obersten, also die letzten Strecken genügend weit fortgebracht wären.

Bei Anwendung des Unterwerksbaues läßt sich aber das Feld während des Querschlagsbetriebes soweit vorrichten, daß man, sobald mit dem letzteren das Flötz erreicht und der Durchschlag mit einer einfallend getriebenen Strecke gemacht ist, sofort mit dem Abbau der Pfeiler beginnen kann.

Die Vorrichtung kann bei Unterwerksbau mit Diagonalen, oder mit flachen Schächten, bezw. solchen Strecken erfolgen, welche in der Fallungslinie getrieben sind. Das erstere ist der Fall, wenn man bei einem Flötzfallen von 6—15° die geförderte Kohle mit Pferden auf die obere Sohle schaffen, das letztere, wenn man zu demselben Zwecke Maschinen verwenden will. Als solche dienen Haspel mit Vorgelege, sowie Lufthaspel und Wassersäulenmaschinen. Die letzteren sind insofern vorteilhafter, als die Übertragung der

Kraft durch Wasser mit weniger Verlusten verbunden ist, als diejenige mit komprimierter Luft.

Ist die einfallende Strecke in der Nähe des Schachtes angesetzt, dann erfolgt die Förderung auch wohl in der Weise, daß die Seile einer über Tage aufgestellten Fördermaschine in den Schacht und durch Rollen in die einfallende Strecke hineingeführt werden.

Die Wasserhaltung kann ebenfalls durch pneumatische oder hydraulische Maschinen erfolgen. Ist ein tieferer Schacht in der Nähe, dann lassen sich mit großem Vorteil Heber anwenden (VII. Abschn. § 109), wie es u. a. auf ver. Mathildengrube geschehen ist. Selbstverständlich darf dabei die seigere Saughöhe 9—10 m nicht übersteigen.

Kapitel VI.

Abbau.

§ 33. Allgemeines. — Der Abbau der Lagerstätten erfolgt, nachdem die Vorrichtung so weit vorgeschritten ist, daß gewisse Teile der Lagerstätte, zunächst die durch die Sohlenstrecken gebildeten, in kleinere zum Abbau geeignete Felder zerlegt sind.

Die Abbaumethoden selbst sind wesentlich verschieden je nach der Art und Weise, wie die Vorrichtung zwischen den Sohlenstrecken geschah. Hierüber wird bei jeder Abbaumethode das Nähere besprochen werden.

Im allgemeinen ist der Abbau nach Maßgabe der verlangten Förderung auf möglichst wenig Bauabteilungen zu konzentrieren. Dies bietet mehrere Vorteile: Zunächst ist die Beaufsichtigung leichter und billiger, sodann wird an Schienenwegen erspart. Weil ferner der Abbau dabei rasch beendet ist, so kann man die Vorrichtungsstrecken früher abwerfen und braucht deshalb weniger Kosten auf die Erhaltung des Ausbaues derselben zu verwenden, was besonders für die Bremsberge bei druckhaftem Hangenden wichtig ist.

Beim Steinkohlenbergbau kommen noch die Rücksichten auf eine gute Wetterführung, sowie auf das Verhüten des Austrocknens und der Entgasung der Kohle hinzu, weil diese sonst für die Kokesfabrikation minderwertig wird.

Endlich muß der Abbau so geführt werden, daß so wenig als möglich von den nutzbaren Mineralien verloren geht und daß die Gefahr für das Leben und die Gesundheit der Arbeiter, sowie unter Umständen auch für die Tagesoberfläche sich auf das geringste Maß beschränkt.

Eine Abbaumweise, bei welcher nur der augenblicklich größte Nutzen, ohne Rücksicht auf dessen Nachhaltigkeit, erstrebt wird, heißt Raubbau.

§ 34. Einteilung der Abbaumethoden. — Die wichtigsten Methoden zum Abbau der Lagerstätten nutzbarer Fossilien lassen sich in zwei Hauptklassen einteilen, nämlich in solche mit und in solche ohne Bergeversatz. Der

Abbau mit Bergeversatz findet in erster Linie Anwendung bei steil einfallenden Lagerstätten von größerer Mächtigkeit und wenig haltbarem Nebengestein und ist hauptsächlich darin begründet, daß unter solchen Umständen das Hangende nur in möglichst geringen Flächen frei stehen soll. Außerdem werden mit Bergeversatz solche flach liegende Lagerstätten von geringer Mächtigkeit abgebaut, welche ein größeres Quantum von im Abbau unterzubringenden Bergen liefern.

Auf Gräfin Lauragrube in Oberschlesien brauchte man zum Ausfüllen von 1 cbm Hohlraum 1,24 cbm lose Schlacke, vergl. § 94. Im allgemeinen nimmt man, wenn anstehende Massen gelöst und als Versatzmaterial verwendet werden, bei mildem Gebirge eine 1,5fache, bei festem eine $2\frac{1}{2}$ fache Volumvermehrung an.¹⁾

Ohne Bergeversatz werden mächtige, flach liegende und ferner solche steil einfallende Lagerstätten von geringer Mächtigkeit abgebaut, welche keine Füllberge liefern. Will man mächtige Lagerstätten von steilem Einfallen ohne Bergeversatz abbauen, wie beim Stockwerksbau, so muß man Sicherheitspfeiler stehen lassen.

Danach ergibt sich die folgende Einteilung der nachstehend zu besprechenden Abbaumethoden:

1. Mit Bergeversatz.
 - a. Strossenbau.
 - b. Firstenbau.
 - c. Querbau.
 - d. Strebbau.
 - e. Strebbau mit Pfeilern.
 - f. Weitungsbau mit Bergeversatz.
2. Ohne Bergeversatz.
 - a. Pfeilerbau.
 - b. Stockwerksbau.
 - c. Weitungsbau ohne Bergeversatz.
 - d. Sinkwerksbau.
 - e. Kammerbau.
 - f. Bruchbau.

Daran reihen sich teilweise als Übergänge zum Tagebau:

3. Besondere Abbaumethoden.
 - a. Tummelbau.
 - b. Kühlenbau.
 - c. Duckelbau.
 - d. Abbau von Butzen.

¹⁾ Vergl. Aug. Jaeger, Betrieb des deutschen Eisensteinbergbaus. Separat-
abdruck aus »Stahl und Eisen«. 4. Jahrg. Heft 9, 10, 11. 1884. S. 3.

§ 35. **Einfluss des Abbaues auf die Tagesoberfläche.**¹⁾ — Die Wirkungen des Einbrechens solcher Grubenträume, welche durch Abbau hergestellt werden, auf die Tagesoberfläche, machen sich nach Verlauf einiger Monate, oder längstens im Laufe der ersten zwei Jahre nach erfolgtem Abbau bemerklich. Bei weniger als 250 m Teufe hört nach Nasse²⁾ die Bewegung der oberen Gebirgsschichten schon zwei Jahre nach beendetem Abbau auf.

Das Maß der Senkung in Folge des Abbaues ist zunächst davon abhängig, ob mit Bergeversatz abgebaut wird oder nicht. Im ersteren Falle wird der Bergeversatz, dem Schüttungsverhältnisse von annähernd 4 : 2 entsprechend, durch den eintretenden Gebirgsdruck auf die Hälfte seines Volums zusammengedrückt und pflanzt sich die Senkung in demselben Maße bis zur Tagesoberfläche fort. Ist dabei der Abbau ein vollständiger, wie beim Strebbau, so findet die Senkung der Tagesoberfläche gleichmäßig statt und es werden z. B. Gebäude kaum von diesen Einwirkungen beschädigt. Bleiben jedoch innerhalb des Baufeldes einzelne Pfeiler stehen, so bilden sich über Tage hervortretende Grate oder Rücken, an deren Abhängen die Beschädigungen ebenso erheblich größer sind, als am Rande eines Tagebruchfeldes im Vergleich zum Innern desselben.

Auch beim Abbau ohne Bergeversatz, z. B. beim Pfeilerbau, wird die Senkung der Tagesoberfläche nur in dem Falle gleich der Mächtigkeit eines (flach liegenden) Flötzes sein, wenn das Hangende, wie vielfach bei Braunkohlenflötzen, aus jüngeren sandigen oder thonigen Massen besteht. Befinden sich dagegen im Hangenden des Flötzes mächtige Sandsteinmassen, so brechen die nächsten Schichten herein und füllen den Hohlraum nach dem Schüttungsverhältnisse, während sich die oberen Gesteinschichten unter Umständen, z. B. bei größerer Tiefe des Abbaues, wohl senken, sich aber nur durchbiegen, ohne zu brechen, weil sie auf den gebrochenen Massen eine Auflage finden. Auf den flötzreichen Fettkohlengruben bei Saarbrücken läßt sich der Einfluß des Abbaues auf die Tagesoberfläche bis jetzt mit Sicherheit nur bis zu einer Teufe von 200 bis höchstens 250 m nachweisen.

§ 36. **Bemessung der Sicherheitspfeiler.** — Hat man die Aufgabe, Gegenstände der Tagesoberfläche, wie Gebäude, Bahndämme, Friedhöfe u. s. w. vor den Einwirkungen des Abbaues zu schützen, so kommt es darauf an, zu ermitteln, unter welchem Winkel zur Horizontalen sich die Bruchflächen bis zur Tagesoberfläche fortsetzen (Bruchwinkel). Die seit den ersten Ermittlungen von Schulz³⁾ gemachten Erfahrungen⁴⁾ deuten darauf hin, daß sich die Senkungen in der Regel nach der Normalen auf das Fallen fortpflanzen. Die scheinbaren Abweichungen von dieser Regel erklären sich

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1867. Bd. 45. S. 73; 1872. Bd. 20. S. 359. — Nasse, ebenda. 1885. Bd. 33. S. 57. — Berggeist. 1868. Nr. 78. — Glückauf. 1867. Nr. 24. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1872. Nr. 40.

²⁾ a. a. O. S. 88.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1867. Bd. 45. S. 73.

⁴⁾ Nasse, ebenda. 1882. Bd. 33. S. 57.

meist daraus, daß der Bruch die Neigung hat, sich besonders nach dem Einfallen zu unter Umständen so weit auszudehnen, daß der Bruchwinkel 50° und darunter beträgt, während die Erweiterung nach dem Ausgehenden zu bei sehr flachem Flötzeinfallen selbst über 90° hinausgehen kann. Die von Schulz angegebene und bisher meist befolgte Regel der Abgrenzung von Sicherheitspfeilern durch lotrechte Linien an der unteren, dem Einfallen zugekehrten, und durch Normale auf das Flötzfallen an der oberen Grenze der betreffenden Situationsgegenstände unter Zugabe eines Sicherheitsstreifens von 10 bis 20 m muß daher nach den vorstehend genannten Erfahrungen um so mehr erweitert werden, je flacher das Flötzfallen ist.

In Westfalen nimmt man den Bruchwinkel bei mehr als 45° Einfallen der Flötze zu 65 bis 75° , bei flacherem Einfallen zu 55 bis 65° an.

§ 37. Einfluss der Mächtigkeit der Zwischenmittel auf den Abbau. — Im allgemeinen gilt die Regel, den Abbau verschiedener Flötze in der Reihenfolge vom Hangenden nach dem Liegenden fortschreiten zu lassen. Auf den Flammkohlengruben bei Saarbrücken erachtet man sich an diese Regel nicht mehr gebunden, wenn das Zwischenmittel 10—12 m stark wird. Es tritt sogar zuweilen der Fall ein, daß der Abbau in umgekehrter Reihenfolge Vorteile bietet, wie z. B. der Abbau der Flötze auf dem Albert-Schachte, welcher mit regelmäßigem StREBBau und vollständigem Bergeversatz geführt wird. Es hat sich dabei nämlich gezeigt, daß sich in den hangenden Flötzen bedeutend leichter schrämen läßt, wenn die liegenden Flötze zunächst abgebaut sind. Das Gedinge, welches in den beiden hangenden Flötzen im Mittel etwa 2,50 Mk. pro Tonne beträgt, würde sich ohne vorausgehenden Abbau des liegenden Max.-Flötzes auf 3,0 Mk. stellen.

1. Abbaumethoden mit Bergeversatz.

§ 38. Strossenbau. ¹⁾ — Der Strossenbau ist eine sehr alte, bei Gängen angewendete Abbaumethode; seinen Namen verdankt er wahrscheinlich dem Umstande, daß man zur Gewinnung der Erze die »Strosse« (Sohle) angreifen mußte, während sich die Erze beim Firstenbau in der »Firste« befinden. Waren Erze erschürft, so teufte man auf dem Gange einen tonnlägigen Schacht ab, ging, um das Tagewasser nicht hereinzuziehen, unter Belassung eines Sicherheitspfeilers unter der Tagesoberfläche, an besonders hoffnungsvollen Stellen mit Strecken ins Feld (Feldortstrecken) und verfolgte die Erze von der Streckensohle aus in die Tiefe, indem man entweder die Streckensohle selbst abbaute oder auch, wenn dieselbe erzarm war, zunächst eine Bergfeste stehen ließ.

Der Strossenbau beginnt mit einem Absinken *b* (Fig. 283). Ist dasselbe genügend weit abgeteuft, dann faßt man von ihm aus den ersten Strossenstoß entweder nach einer oder nach beiden Seiten hin (einflügeliger und

¹ Villefosse, Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. (1822.) II. S. 233. — Hartmann, Bergbaukunde. (1858.) S. 326—329.

zweiflügeliger Strossenbau). Bei gleichzeitigem Weiterabteufen des Absinkens wird demnächst der 2., 3. u. s. w. Stoß gefaßt, so daß im festen Gesteine eine Treppe entsteht.

Mit jedem Stoße wird eine Reihe Stempel nachgeführt, welche man zunächst mit Halbholz bedeckt. In die dadurch gebildeten kastenförmigen Räume (Strossenkästen) werden die bei dem Abbau fallenden Berge verpackt.

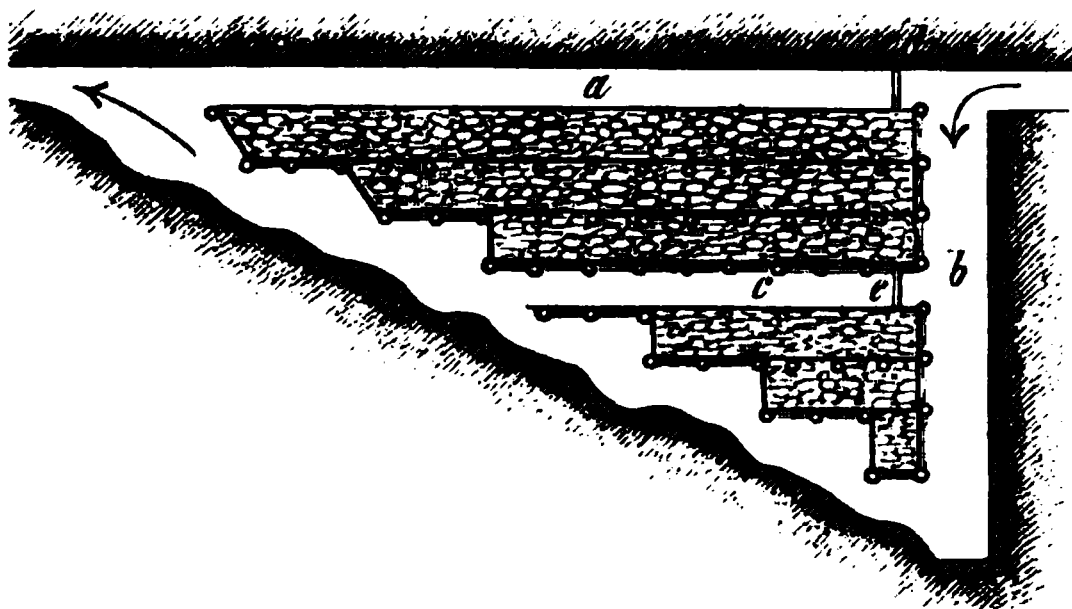


Fig. 253. Strossenbau.

Die Förderung erfolgt beim obersten Stoß in der Weise, daß man die Erze in Trögen auf die Streckensohle (*a*) setzt und dort verladet. Von den tieferen Stößen gehen die Erze dann dem auf dem Absinken stehenden Haspel zu und zwar von den untersten Stößen direkt, von den übrigen durch Strecken *c*, welche bei jedem 2. oder 3. Stoße offen erhalten werden.

Die Wasserhaltung geschieht durch Handpumpen, welche im Absinken stehen.

Die Wetter werden mittelst Wetterthüren *d*, *e* durch den Strossenbau geführt.

Es ist klar, daß ein solcher Abbau sehr viel Holz kostet und auch in Bezug auf Förderung und Wasserhaltung teuer kommen muß — Übelstände, welche den Strossenbau für mächtige Gänge gar nicht anwendbar erscheinen lassen.

Andererseits aber hat der Strossenbau auch wieder mancherlei Vorteile und kann unter geeigneten Umständen immer noch in Betracht gezogen werden. So werden z. B. nesterweise vorkommende edle Silbererze, welche nicht bis auf die nächst tiefere Sohle niedersetzen, mit Strossenbau gewonnen, wobei allerdings die Festigkeit des Hangenden und die geringe Mächtigkeit der Gänge günstig sein müssen, insofern alsdann sehr wenig Stempel-schlag nötig ist.

Ebenso werden solche Erzmittel am zweckmäßigsten mittelst Strossenbau gewonnen, welche unter eine tiefste Streckensohle hinabsetzen, dennoch aber nicht wertvoll genug sind, als daß das Unterfahren mit einer tieferen Sohle für die Vorrichtung zum Firstenbau lohnend wäre.

Auch muß zu gunsten des Strossenbaues noch erwähnt werden, daß sich zerkleinertes Erz immer auf den Strossen wiederfindet und nicht, wie es beim Firstenbau trotz aller Vorsicht unvermeidlich ist, im Bergeversatz verloren geht, ein Umstand, der besonders bei edlen Erzen wichtig ist.

§ 39. **Allgemeines über Firstenbau.**⁴⁾ — Der Firstenbau wird zum Abbau von Gängen und steil einfallenden Flötzen angewendet. Er erfordert, was beim Strossenbau weniger der Fall war, eine eigentliche Vorrichtung, indem der Gang oder das Flötz zwischen zwei Sohlenstrecken durch Absinken oder Gesenke (Nebenschächte), mitunter auch durch Überbrechen in Abbaufelder geteilt und die Firstenstöße am unteren Ende des Absinkens begonnen werden. Dabei bildet sich am festen Gesteine eine umgekehrte Treppe (*exploitation à gradins renversés*), während man die Füllberge unter sich hat.

Im folgenden soll zunächst der Firstenbau auf Gängen, daran anschließend derjenige in Flötzen besprochen werden.

a. Firstenbau auf Gängen.

§ 40. **Allgemeine Charakteristik.** — Der Firstenbau ist für Gänge die am meisten angewendete Abbaumethode. Er ist dem Strossenbau deshalb vorzuziehen, weil weder Wasser noch Erze mit Menschenkraft gehoben zu werden brauchen, sondern auf die nächst untere Sohlenstrecke fallen und auf

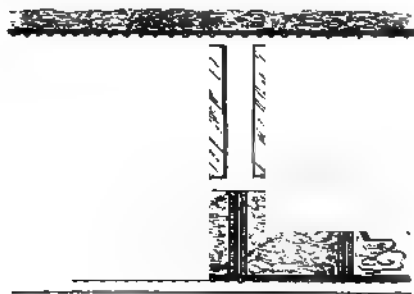


Fig. 294. Firstenbau.



Fig. 295. Feldortstrecke in mächtigen Gängen.

dieser sowohl Wasser als auch Erze dem Schachte und somit den Maschinenkräften zugeführt werden, ferner weil ein Fundament für den Bergeversatz nicht für jeden Stoß, sondern nur einmal, und zwar in der Firste der Feldortstrecke geschaffen wird (Fig. 284).

⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 209. — Villefosse, Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. 1892. II. S. 227. (Firstenbau der Grube Himmelsfürst bei Freiberg.) — Karsten's und v. Decken's Archiv. R. II. Bd. 20. S. 504 (Bergbau des Münsterthaales bei Freiburg im Breisgau, von Daub); S. 540—558. — Bergu. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 230. (Firstenbau zu Holzappel.) — Ebenda 1859. S. 498 und 499. (Mauerung beim Firstenbau auf der Grube Hülfe Gottes am Harz.)

Ebenso wie der Strossenbau kann auch der Firstenbau vom Absinken aus ein- und zweiflügelig getrieben werden. Letzteres ist die Regel und setzt man deshalb auch die Absinken bei Erzmitteln, welche keine sehr große Ausdehnung nach dem Streichen des Ganges haben, auf die Mitte derselben.

§ 41. Feldortstreckenbetrieb. — Die Feldortstrecken werden nur bei wenig mächtigen Gängen und bei solchen mit fester Ausfüllung in der vollen Mächtigkeit des Ganges getrieben, im anderen Falle erhalten sie nur gewöhnliche Streckenweite und werden am Liegenden aufgefahren, während die übrige Partie des Ganges als Deckelstoß für die nächst untere Firste stehen bleibt (Fig. 285).

Nachdem der erste Stoß genügend weit fortgebracht ist, um den zweiten in Angriff nehmen zu können, versieht man die Feldortstrecke mit einem Ausbau, welcher die darauf gebrachten Füllberge zu tragen vermag, ohne dem Abbau des Deckelstoßes bzw. der Streckensohle beim nächst unteren Firstenbau hinderlich zu sein. Der zweckmäßigste Ausbau ist aus diesem Grunde ein Stempelschlag oder ein flaches Gewölbe (VI. Abschn., §§ 49. 67), weniger zweckmäßig Thüstockszimmerung, Mauerung (Gewölbe mit Scheibenmauern) und Eisenausbau, weil das Abfangen derselben umständlich und kostspielig ist.

§ 42. Umbruchstreckenbetrieb. — Um den kostspieligen Ausbau der Feldortstrecken und dessen Unterhaltung ganz zu umgehen, treibt man im Liegenden des Ganges eine besondere Strecke, die Umbruchstrecke oder Förderstrecke. Von ihr aus geht man in Abständen von 20—40 m (S. 249) mit sogen. Rollenquerschlägen (in welche demnächst die Förderrollen münden) in den Gang und treibt die Feldortstrecke, verfüllt dieselbe aber demnächst wieder, so daß die Berge auf der Sohle bzw. direkt auf dem künftigen Deckelstoße liegen. Um den Abbau des letzteren, welcher mit Getriebe geschehen muß, zu erleichtern, ist die Sohle zunächst mit etwa zur Verfügung stehendem milden Gebirge, Dammerde oder Letten mindestens $\frac{1}{2}$ m hoch zu bedecken und sind dann erst gröbere Berge darauf zu bringen.

Da die Umbruchstrecken im Nebengesteine liegen, so bedürfen sie auch meistens nur eines leichten Ausbaues oder stehen ganz im festen Gesteine.

Die Umbruchstrecken legt man deshalb ins liegende Nebengestein (und zwar der besseren Wasserabführung halber etwas tiefer als die Feldortstrecke), weil sie im Hangenden nach dem Abbau der nächst unteren Firste zu Bruche gebaut werden würden, was besonders dann bedenklich ist, wenn auf der betreffenden Strecke Wasser abgeführt wird.

§ 43. Abbau mit Firstenmitteln.¹⁾ — Ein weiteres Mittel zur Vermeidung des Ausbaues der Sohlenstrecke besteht darin, daß man über derselben ein Firstenmittel von 1—2 m Höhe stehen läßt und über diesem eine Fir-

¹⁾ Hartmann, Bergbaukunde. S. 323 u. 325.

stenstrecke (Verhauörtel in Ungarn) treibt, von welcher aus die Stöße gefaßt werden, während man sie ebenso wie die Feldortstrecken bei Anwendung von Umbruchstrecken demnächst mit verfüllt. Die Förderrollen gehen durch das Firstenmittel hindurch und münden seitwärts von der Sohlenstrecke.

Die Anwendbarkeit dieser Methode ist aber beschränkt. Vor allem muß der Gang, oder wenigstens das Firstenmittel so erzarm sein, daß es unabgebaut stehen bleiben kann, weil sonst wegen der oberen Füllberge dieselben Schwierigkeiten zu überwinden sind, wie beim Abbau eines Deckelstoßes, besonders wenn das Ganggestein nicht fest mit dem Nebengesteine verwachsen ist.

§ 44. Vorrichtung des Firstenbaues durch Überbrechen. — Setzt ein Erzmittel von einer Sohlenstrecke aus nach oben fort, reicht aber nicht bis zur oberen Sohle und sollen deshalb die Kosten eines Absinkens im tauben Gesteine erspart werden, dann geht man, wenn es der Wetter wegen zulässig ist, auf der Mitte des Erzmittels mit Überbrechen in die Höhe, indem man gleichzeitig von diesem aus die Stöße treibt. Sollten die Erze höher hinaufgehen, als es von vornherein anzunehmen war, so kann man später immer noch mit einem engen Absinken von oben her zu Hilfe kommen, etwa um Holz oder Füllberge einzuhängen, oder um die Wetterzirkulation zu verbessern.

Ein Abbau mit Überbrechen auf der Bleierz- und Blendegrube Apfel bei Bensberg wird in der Weise geführt¹⁾, daß man in Entfernungen von 12,5 m Überbrechen treibt und die Stöße von zwei Seiten abbaut (Fig. 286). Über der Strecke bleibt ein Firstenmittel stehen.

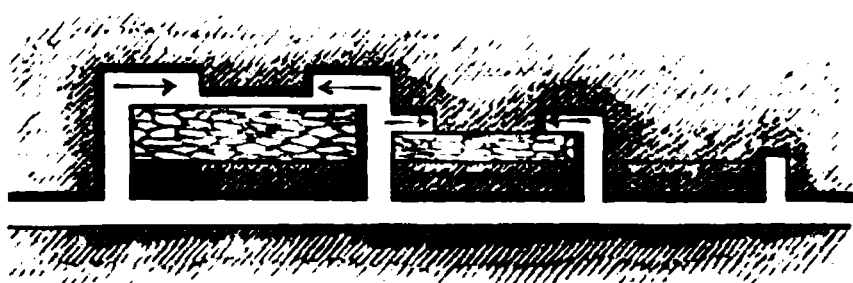


Fig. 286. Firstenbau mit Überbrechen.

§ 45. Betrieb der Stöße. — Kommt man beim Betriebe der Stöße an ein größeres erzleeres Mittel, so hört man, nachdem man die einzelnen Stöße herangetrieben und »hohen Stoß« gebildet hat, an dieser Stelle auf.

Teilt sich in der Firste die Erzführung derart, daß ein taubes Mittel dazwischen bleibt, so umgeht man dasselbe auf beiden Seiten, bildet also gewissermaßen zwei Firstenbaue, welche sich bei weiterem Vorrücken, je nach dem Verhalten der Erztrümmer, auch wieder vereinigen können.

Von großer Wichtigkeit für einen nutzbringenden Betrieb der Firstenbaue sind Entfernung, Höhe und Form der Stöße.

¹⁾ Serlo. a. a. O. 1884. I. S. 494.

Was zunächst die Entfernung oder Länge der Stöße betrifft, so läßt sich eine bestimmte Regel dafür nicht aufstellen. Im allgemeinen dürfen die Stöße nicht zu lang sein, weil sich dadurch die Zahl der Arbeitspunkte vermindert; sind sie aber zu kurz, so muß die Anzahl der Rollen vermehrt werden, die Arbeiter vor den einzelnen Stößen behindern sich gegenseitig, es geht viel Erz verloren u. s. w.

Je mächtiger ein Gang ist, bzw. je breiter die Stöße sind und je größer demzufolge das vor jedem Stoße gewonnene Erzquantum wird, um so länger können die Stöße sein.

Dieselben sind u. a. im Breisgau 14—16 m, bei Clausthal 10—20 m, in Freiberg und Andreasberg 4—6 m lang.

Bei Bemessung der Stoßhöhen sind besonders zwei Momente zu beachten: die Vermehrung der freien Flächen und die Sicherheit der Arbeiter.

Je höher die Stöße, um so größer ist die Anzahl der freien Flächen, also auch die Leistung der einzelnen Bohrlöcher. Allerdings können diese nur von hohen Gebrücken aus gebohrt werden, deren Herstellung oft viel Zeit kostet. Auch sind sich die Arbeiter dabei gegenseitig im Wege.

Ferner ist das Anzünden der Bohrlöcher vor hohen Stößen gefährlich, weil dasselbe erst nach Entfernung der Gebrücke geschehen kann, und endlich wird durch die Höhe der Stöße deren Anzahl vermindert.

Die richtige Höhe der Stöße ist für den einzelnen Fall mit Rücksicht auf die genannten Vorteile und Nachteile zu ermitteln. Sie beträgt in Freiberg $4\frac{1}{2}$ m, in Cornwall 2 m, am Harz $4\frac{1}{2}$ —4 m, meistens 3 m.

Was endlich die Form der Stöße anbetrifft, so soll jeder derselben annähernd die treppenförmige Gestalt der Firste haben, was sich aber in der Regel von selbst ergibt, weil man zur Vermehrung der freien Flächen den untersten Teil des Stoßes voraustreibt und die höher liegenden Teile nachfolgen läßt.

§ 46. Förderrollen. — Die in den Firstenbauen gewonnenen Erze gelangen auf die untere Feldortstrecke durch Abstürzen in Förderrollen, welche im Bergeversatze nachgeführt werden. Man unterscheidet geschlossene und offene Rollen.

Geschlossene Rollen (Stürzrollen) werden so angelegt, daß sie in die eine Wange der Feldortstrecke münden und mit einer Schütze verschlossen sind, nach deren Öffnung die Erze in die darunter gestellten Förderhunde fallen, so daß man das Einfüllen erspart.

Dieser Vorteil wird aber durch mehrere Nachteile wieder aufgehoben. Zunächst sind die Stürzrollen bei Verstopfungen schwer zugänglich, auch macht das Öffnen und rechtzeitige Schließen der in Falzen gehenden Schieber in der Regel große Schwierigkeiten, das Öffnen, weil das Gewicht der Erzmassen gegen den Schieber drückt, das Schließen, weil beim Herausrollen der groben Erzstücke immer einige derselben in der Öffnung stecken bleiben, der Schieber also nicht, wie bei feinkörnigen Massen, das Vordringen derselben abschneiden kann. Die Folge davon ist, daß Erzstücken auf die

Förderbahn fallen, so daß eine häufige Säuberung derselben erforderlich wird. Endlich sind die Stürzrollen bei weniger als 50° Einfallen der Lagerstätte nicht anwendbar, weil sie immer gefüllt gehalten werden müssen. Geschieht dieses, so ist bei flachem Einfallen ein häufiges Verstopfen (Aufhängen) der Rollen unvermeidlich, wollte man sie aber durch beständiges Entfernen der abgestürzten Massen leer erhalten, so würden die von oben hereingeworfenen Erzstücken den Schieber der Rolle zertrümmern.

Geschlossene Rollen eignen sich zweckmäßig nur da, wo man ihnen eine große Weite geben kann, z. B. als Füllörter bei Schacht- und unterirdischer Schiffsförderung (IV. Abschn., § 59), während sich beim Firstenbau die offenen Rollen mehr empfehlen.

Offene Rollen oder Füllrollen wurden früher häufiger als jetzt aus ganzer Schrotzimmerung mit Überblattung der Gevierte ausgeführt. Da solche Rollen aber durch das Herabstürzen der festen Erzmassen sehr bald schadhaft werden und zu schwierigen, gefährlichen Reparaturen nötigen, so wendet man jetzt vorwiegend runde Rollen aus Mauerung oder Eisen an.

Die offenen Rollen *c* (Fig. 287) stehen mit ihrem unteren Teile immer im liegenden Nebengesteine, und münden entweder dicht neben der im Gange offen erhaltenen Felderstrecke, oder sie sind durch einen Rollenquerschlag *b* mit der Umbruchstrecke *a* verbunden (§ 42).

Am Harz giebt man den Rollen am untersten Ende eine Weite von 4,15 m und führt sie bis 6 m Höhe konisch, von da an mit einem Durchmesser von 0,75 m cylindrisch auf.

Bei Gängen von geringer Mächtigkeit, sowie mit festem Hangenden und Liegenden, werden die Rollen durch Stempelschlag mit Verschalung hergestellt (Andreasberg).

Als Material für die Herstellung runder Rollen verwendet man vorwiegend feste Bau- steine (Grauwacke, Schiefer, Gneiß u. s. w.).

Fig. 287. Offene Rolle (Füllrolle).



Fig. 288. Rollenmauerung.

Die Steine werden an der Stirn behauen und auf beiden Seiten keilförmig hergestellt, aber nicht auf ihrer ganzen Länge, was kostspielig und unnötig sein würde; man hält vielmehr nur darauf, daß die radialen Fugen auf etwa 6—7 cm Länge genau anschließen (Fig. 288), im übrigen werden die Fugen durch Zwicksteine ausgefüllt. Die Mauerung ist eine trockene.

Die aus Grauwackensteinen hergestellten Förderrollen am Harze kosten für das steigende Meter an Material und Arbeitslohn etwa 25 Mk., dabei ist aber das Fuhrlohn, welches je nach Entfernung der Steinbrüche für die, auf das steigende Meter nötigen 3 Raummeter Steine zwischen 2,50 Mk. und 8,50 Mk. schwankt, nicht mit einbegriffen.

Auf Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein verwendete man früher anstatt der Mauersteine keilförmige Holzklötze, deren Hirnholz die Wandung der Rollen bildete; das steigende Meter kostete 50 Mk. In neuerer Zeit hat man dafür Rollen aus Eisenblech¹⁾ und zwar z. T. aus alten Flammrohren an die Stelle gesetzt, welche pro Meter nur 20 Mk. kosten.

In den Gruben bei Ems bedient man sich zu demselben Zwecke auch neuer Röhren aus Stahlblech von 7 mm Wandstärke. Die Rollen kosten dabei inkl. Einbau der Rohre pro Meter 32 Mk. und haben sich nach siebenjähriger Erfahrung gut gehalten. Die einzelnen Stücke werden stumpf aufeinander gesetzt und nur durch drei Stützen gehalten, welche am oberen Ende des unteren Rohres zur Hälfte angenietet sind (Fig. 289).

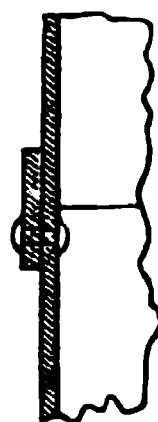


Fig. 289. Verbindung der Röhren in Rollen.

Auf dem Blei- und Zinkerzbergwerke Silistria bei Hennef²⁾ sind Rollen von gußeisernen Röhren mit 450 mm lichter Weite in Gebrauch.

Die Mündung der Rolle wird stets mit einem Holzgevierte bedeckt, dessen lichte Weite nur etwa 36—40 cm beträgt, so daß größere Erzstücke, welche sich leicht festklemmen, nicht in die Rolle geworfen werden können.

Der Abstand der Förderrollen³⁾ wird gewöhnlich so bemessen, daß für je zwei Abbaustöße eine Rolle vorhanden ist und daß die Kosten der Förderung bis zu den Rollen in einem angemessenen Verhältnisse zu deren Herstellungskosten stehen. Wendet man u. a. Förderstrecken im Nebengestein an, siehe S. 245, wobei zu den Kosten für die Rollen selbst noch diejenigen für die Rollenquerschläge kommen, so legt man die Rollen weiter auseinander, als bei Feldortstreckenbetrieb. Außerdem richtet sich die Stellung der Rollen auch nach der allgemeinen Beschaffenheit der Lagerstätten und des Nebengesteins und lassen sich daher allgemein gültige Regeln für den Abstand der Förderrollen nicht aufstellen. Am nordwestlichen Oberharz beträgt derselbe 20—40 m, in Freiberg 40 m⁴⁾.

Ist man gezwungen, einer Förderrolle eine geringere Neigung als 50° zu geben und hat man aus diesem Grunde ein häufiges Versetzen oder Aufhängen des Materials in den Rollen zu befürchten, so führt man nach Aug.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 329; 1873. Nr. 6.

2) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 285.

3) Aug. Jaeger, a. a. O. S. 6.

4) Hartmann, Bergbaukunde. S. 324.

Jaeger¹⁾ auf den Nassauschen Eisenerzgruben neben der Förderrolle eine durch Bollenverschlag getrennte Fahrrolle nach, von welcher aus man die festgesetzten Massen leicht lösen kann. Zu demselben Zwecke hängt man auch Ketten in die Rollen, welche man oben durch Hebel anzieht. Offene Rollen werden hier und da durch Stoßen mit von unten eingeführten und nötigenfalls zusammengebundenen Stangen gelöst, was jedoch umständlich und gefährlich ist. Auch durch Abschießen von Böllern unter der Rolle hat man auf Oberharzer Gruben denselben Zweck erreicht.

§ 47. **Verfüllen mit Bergen und Ausbau der Firsten.** — Die zum Verfüllen (Versetzen) der abgebauten Räume nötigen Berge, vgl. S. 240, werden meistens in genügender Menge dadurch gewonnen, daß man nur die Erze fördert, das taube Ganggestein aber zurückbehält. Dort, wo das letztere nicht ausreicht, nimmt man die bei unproduktiven Arbeiten derselben Grube (Schachtabteufen, Betrieb von Umbruchstrecken u. s. w.) fallenden Berge zu Hilfe. Man fördert dieselben im Schachte bis zur oberen Feldortstrecke und stürzt sie durch die Absinken, bezw. durch Bergerollen, welche man in den Absinken abgeschlagen hat, in die Firste. Da sie am höchsten Punkte derselben ankommen, so brauchen sie von da aus nur abwärts geschafft zu werden.

Vielfach ist es notwendig, den Bergeversatz in besonderen Steinbrüchen über Tage oder unter Tage (Bergemühlen) zu gewinnen.

Entsprechend den Stößen muß auch der Bergeversatz die Form einer Treppe haben, deren Stufen man Abgestemme nennt; dieselben werden durch die größten Steine der Füllberge in trockener Mauerung hergestellt und mit dem Fortschreiten der Stöße nachgeführt.

Bei Gängen von geringer Mächtigkeit hat man den Bergeversatz lediglich unter den Füßen, während Hangendes und Liegendes frei bleiben. Ist die Mächtigkeit jedoch bedeutender und gleichzeitig die Spannung im Gang-

Fig. 290 und 291. Unterstützung der Firstenstöße.

gestein eine geringe, so läßt man nur eine Strecke offen, verfüllt aber im übrigen den ganzen Raum mit Bergen.

Die erste Unterstützung geschieht durch Bolzen allein, oder durch Unterzüge *a* (Fig. 290 und 291) und Bolzen *b*. Zwischen zwei Reihen der-

¹⁾ Aug. Jaeger, a. a. O. S. 7.

selben stellt man eine trockene Scheibenmauer *c* her und verfüllt dahinter mit Bergen.

Eine bei sehr starkem Drucke auf der Grube Hilfe Gottes bei Grund an Stelle der Unterzüge und Bolzen angewendete starke trockene Scheibenmauerung ist im VI. Abschn. § 65 näher beschrieben.

Bei Mangel an Bergeversatz, geringer Mächtigkeit des Ganges und billigen Holzpreisen führt man mit je 2, 3 oder 4 Stößen einen Stempelschlag (Firstenkasten) nach, und hält damit, wie beim Strossenbau, Strecken im Bergeversatze offen — **Firstenkastebau**.

§ 48. Seitenfirstenbau. — Unter Seitenfirstenbau versteht man eine, am Harze früher einmal versuchsweise angewendete Art des Firstenbaues, nach welcher in einem und demselben Gange mehrere Firsten nebeneinander im Betriebe sind, derart, daß die liegende Firste der nächst hangenden etwas voraus ist.

Weniger beschwerlich, kostspielig und gefährlich ist die gleichfalls hierher gehörige Abbaumethode, einen Stoß in einzelnen, in der Horizontalebene nebeneinander liegenden Absätzen fortzutreiben, dergestalt, daß man am Liegenden am weitesten damit vorgeht und bei jedem Teilstoße hinter sich so weit versetzt, daß nur ein schmaler Raum zur Fahrung u. s. w. übrig bleibt.

Bei kurzem Abbaufelde kann man in dieser Weise mit einer einzigen Stoßhöhe vom Absinken aus bis zur Abbaugrenze vorgehen und dann erst einen neuen Stoß beginnen, während man bei langen Feldern den zweiten Stoß in derselben Weise in Angriff nimmt, sobald der erste genügend vorgeückt ist.

Die letztere Modifikation des Seitenfirstenbaues ist u. a. in dem Kalisalz-Bergwerk Ludwig II bei Stassfurt eingeführt.

b. Firstenbau in Kohlenflötzen.¹⁾

§ 49. Bedingungen für die Anwendbarkeit. — Der Firstenbau wird beim Steinkohlenbergbau auf steil einfallenden Flötzen, so besonders auf den stehenden, etwa 4 m mächtigen Flötzflügeln (*droits* oder *dressants*) in Belgien²⁾ und Nordfrankreich, sowie auf den Gruben Ebersdorf und Berthelsdorf im Hainicher Bassin — und auf den Flötzen *G* und *L* auf der Grube Maria bei Aachen³⁾ angewendet, während die flachen Gegenflügel (*plats* oder *plateurs*) mit Strebebau abgebaut werden, welcher im allgemeinen als ein flach liegender Firstenbau betrachtet werden kann. Der Übergang in letzteren ergab sich an solchen Punkten leicht, wo man die dem Strebebau eigentümliche Konzentration des Abbaues und hohe Arbeitsleistung auch

1) Ponson, a. a. O. Bd. II. S. 363. — Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 39 1859. Bd. 7. S. 299.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1872. Nr. 4.

3) Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. 1881. S. 616.

auf steil einfallende Flötzteile übertragen wollte und wegen der Möglichkeit einer genügenden Bergengewinnung aus Zwischenmitteln, oder auch aus dem Hangenden und Liegenden, sowie wegen geringer Mächtigkeit auch übertragen konnte.

§ 50. **Beschreibung.** — Der Firstenbau in Steinkohlenflötzen (exploitation par tailles à gradins renversés) wird in derselben Weise vorgerichtet, wie derjenige auf Gängen. In einem Abstände von 20—30 m werden zwei Sohlenstrecken getrieben, von denen die obere *C* (Fig. 292) als Wetterstrecke (voie d'aérage), die untere *D* als Förderstrecke (voie de roulage) dient. *A* und *B* sind Querschläge zur Ausrichtung anderer Flötze.

Fig. 292. Firstenabbau in Steinkohlenflötzen.

Der Bergeversatz bekommt eine unter 40° geneigte Oberfläche, nach welcher sich auch die Stöße *a* (tailles) zu richten haben; dieselben erhalten 2—3 m Höhe bei 3—4 m Länge. Jeder Arbeiter bekommt einen Stoß und steht auf einer Bühne, welche durch einige schwache Stempel mit darüber gelegten Brettern gebildet wird.

Die gewonnenen Kohlen fallen zunächst auf diese Bühnen und gleiten nach Emporheben der Bühnenbretter in geschlossene Rollen, welche mit 4—10 m Entfernung im Bergeversatze nachgeführt werden.

Da jedoch hierbei die Kohlen mit Bergen vermischt und in den Rollen sehr zerkleinert werden, so wendet man bei flacherem Einfallen statt Rollen in Mons, wie beim Strebbau, Diagonalen¹⁾ an, deren je eine für 3—4 Stöße gilt und deshalb mit diesen noch durch kurze Rollen verbunden ist. Die Diagonalen dienen zur Förderung und erhalten deshalb ein Ansteigen von 4—10°.

Seltener und am wenigsten zweckmäßig ist das Verfahren, ohne Rollen oder Diagonalen die Kohlen auf dem Bergeversatze bis in die Förderstrecke herabgleiten zu lassen.

Der beschriebene Firstenbau hat übrigens den Übelstand, daß vorhandene Schlagwetter sich leicht in den Winkeln der Stöße ansammeln; außerdem kostet er viel Holz und hat, wie schon bemerkt, nachteiligen Einfluß auf die Qualität der geförderten Kohle.

§ 51. **Stoßbau.**²⁾ — Der Stoßbau ist ein Firstenbau, bei welchem jeder Stoß für sich allein aufgefahren wird. Man umgeht dabei (zur Schonung der Kohlen gegen Zertrümmerung) die Förderrollen, indem man auf dem Bergeversatz eine Förderbahn legt, welche in einen Bremsberg mündet.

¹⁾ Ponson, a. a. O. S. 432 — Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 299.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 296 u. 297. — Ponson, a. a. O. II. S. 510.

Der Stoßbau ist früher nur vereinzelt (Zeche Argus in Westfalen) in Steinkohlenflötzen von mindestens $35\text{--}40^\circ$ Fallen und großer Mächtigkeit angewendet, deren Bergemittel und leicht nachfallendes Nebengestein genügendes Material für den Bergeversatz lieferten.

In neuester Zeit ist ein ähnlicher Abbau auch auf mehreren westfälischen Zechen eingeführt, um Brüche an der Tagesoberfläche zu vermeiden. Vergleiche § 94.

c. Querbau.¹⁾

§ 52. **Allgemeines.** — Im allgemeinen ist der Querbau dadurch charakteristisch, daß man die Lagerstätte von einer am Liegenden oder am Hangenden getriebenen streichenden Strecke aus, in einzelnen quer gegen das Streichen gerichteten wagerechten Abschnitten von Ortshöhe abbaut und gleichzeitig verfüllt.

Die zweckmäßigste Anwendung findet der Querbau auf mächtigen Lagerstätten aller Art von nicht weniger als 40° Einfallen, so auf dem Georger Stollen bei Schemnitz, im Hüttenberge bei Krain, im Quecksilberstock zu Idria, auf der Galmeigrube am Altenberge bei Aachen²⁾, in Diepenlinchen bei Stolberg und im Stahlberge bei Müsen. Ferner auf dem stockförmigen Kohlenflötze zu Creuzot in Frankreich, auf den mächtigen Kohlenflötzen bei St. Etienne u. s. w.

§ 53. **Allgemeines Beispiel.** — Von einer am Liegenden aufgefahrenen Sohlenstrecke *a* (Fig. 293, 294) aus geht man mit 2—3 m breiten Querörtern *b* bis zum Hangenden. Nachdem die letzteren mit glatten Steinen oder Holzstücken belegt und verfüllt sind, baut man das Zwischenmittel ab. Ist der Gang auf diese Weise in der untersten Sohle abgebaut, so wird eine zweite Abbaustrecke *a'* (Fig. 294) getrieben und von dieser aus die zweite Sohle abgebaut, indem man entweder die Strecke *a* offen erhält und die Rolllöcher in dieselbe münden läßt, oder eine Umbruchstrecke im Nebengestein treibt und, wie beim Firstenbau, die Rollen auf Querschläge stellt.

Es ist dabei nicht ausgeschlossen, daß man schon während des Betriebes der ersten Etage auch die zweite, sodann eine dritte u. s. w. in Angriff nimmt.

Mit diesem Beispiele soll der Charakter des Querbaues nur im allgemeinen angedeutet werden. Je nach lokalen Verhältnissen zeigt derselbe

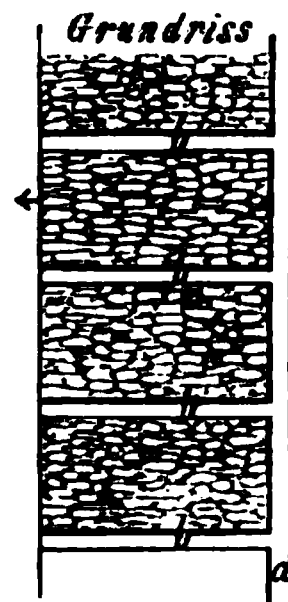


Fig. 293.

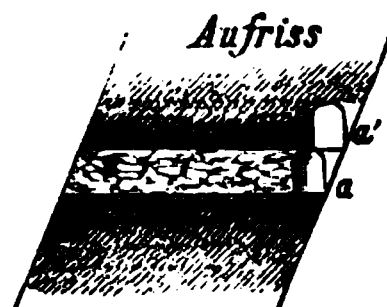


Fig. 294. Querbau.

¹⁾ Hartmann, Bgbkde. 1858. S. 329—332. Taf. X. Fig. 247—249. — Ferber, Über die Gebirge und Bergwerke in Ungarn. Berlin 1780. — Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 11. S. 88 (Stahlberg bei Müsen; 1864. Bd. 12. S. 144 (Kohlenflötze in Frankreich. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1866. S. 429 u. 430.

²⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1863. S. 328.

im übrigen große Verschiedenheiten, da man entweder nur eine Abbaustrecke am Liegenden, am Hangenden und in der Mitte, oder deren zwei am Hangenden und Liegenden hat, und da ferner entweder von den Abbaustrecken nach vorwärts, oder vom Ende der Querstrecken aus in streichenden Streifen nach rückwärts abzubauen ist. Auch kommt es vor, daß man ohne Abbaustrecken mit abgesetzten Stößen und gleichzeitigem Bergeversatze vorgeht, wie im Stahlberge bei Müsen.¹⁾

§ 54. **Querbau in Steinkohlenflötzen.**²⁾ — Zu Montrambert bei St. Etienne wird ein Steinkohlenflötz von 14—16½ m Mächtigkeit und 45—50° Neigung abgebaut.

Die Querörter liegen 20—25 m auseinander, von ihnen aus wird nach rückwärts in streichenden Streifen von 7 m Breite abgebaut.

Ein fernerer Beispiel liefert Commentry, wo ein 10 m mächtiges Flötz von 60° Einfallen abgebaut wird.

Ebenso Montceau-les-Mines, wo jedoch wegen der leichten Entzündlichkeit der Kohle Umbruchstrecken im liegenden Nebengesteine für die Förderung getrieben werden müssen.

Auf St. Mariagrube in Montceau teilt man eine Abbauhöhe von 28 m in zwei Abschnitte von je 14 m Höhe und 75 m Länge (Fig. 295). Jeder

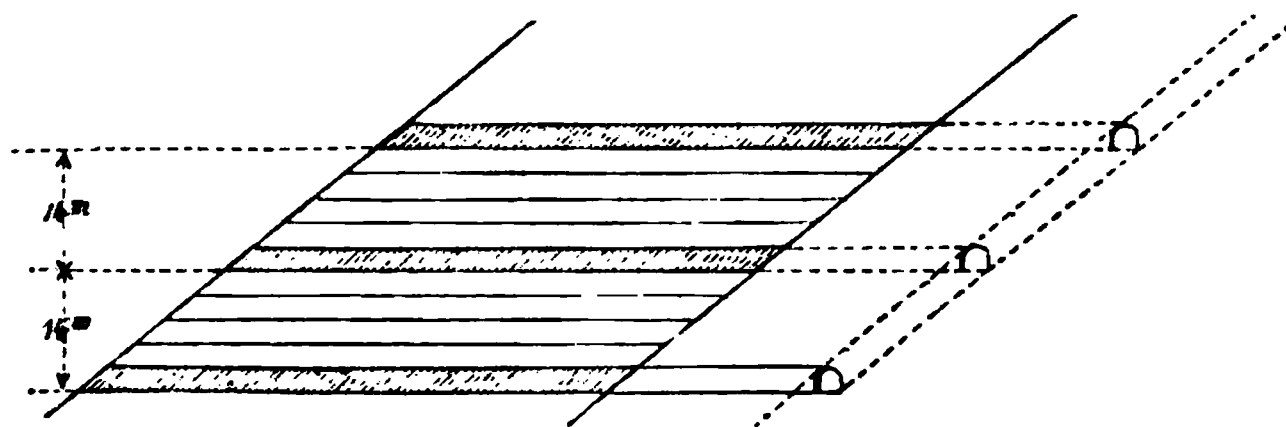


Fig. 295. Querbau in Montceau-les-Mines.

Teil wird durch fünf horizontale Streifen von unten nach oben abgebaut, wobei durch die nächst höhere Sohle mit Hilfe von Umbruchstrecken und Bremsbergen die vom Tage hereingeschafften Füllberge eingehängt werden. Bei leicht entzündlicher Kohle muß die Zahl dieser Streifen von fünf auf zwei herabgesetzt, gleichzeitig aber diejenige der Umbruchstrecken entsprechend vermehrt werden.

Die Vorrichtungsarbeiten sind zeitraubend und kostspielig, besonders wegen der vielen Umbruchstrecken, sonst erfüllt diese Abbaumethode vollständig ihren Zweck.

Eine andere, in Frankreich bei fester Kohle übliche Methode ist diejenige mit Rückbau³⁾ (méthode des rabatages). Man geht von der am Lie-

1. Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 14. S. 88.

2. Burat, Cours d'expl. 1876. p. 83.

3. Ebenda. 1876. Taf. XI. Fig. 1 u. 2.

genden befindlichen Abbaustrecke aus mit Querörtern, welche Pfeiler von 4—6 m Breite zwischen sich lassen, bis zum Hangenden vor und baut, am Hangenden beginnend, von jedem Querorte aus die Hälfte des Pfeilers in streichenden Abschnitten ab.

Die Querörter der nächst unteren Abteilung liegen unter der Mitte der oberen Pfeiler.

Jedesmal neben dem fünften Abschnitte, also in seigeren Abständen von etwa 44 m, befindet sich parallel der später wegfallenden Abbaustrecke eine Umbruchstrecke; die untere dient als Hauptförderstrecke, während auf der oberen die Füllberge herangeschafft werden. Mit den Abbaustrecken sind beide durch fallende bzw. steigende Strecken verbunden.

§ 55. **Abbau im Stalsfurter Kalisalzlager.** — Die mächtige Salzlagerstätte bei Staßfurt hat ein Einfallen von 30°. Man unterscheidet in derselben vier Regionen, siehe Fig. 296, von welchen die unterste, die Anhydritregion, über 300 m mächtig ist und nur Steinsalz mit dünnen Anhydritschnüren enthält. Darüber folgen die Braumsalze¹⁾ und zwar zunächst die Polyhalitregion (ca. 60 m mächtig), neben Steinsalz und Anhydrit auch Polyhalit, sodann die Kieseritregion (56 m mächtig) Kieserit mit Steinsalz, die Carnallitregion oder die Kalisalze (42 m mächtig), vorwiegend Carnallit,

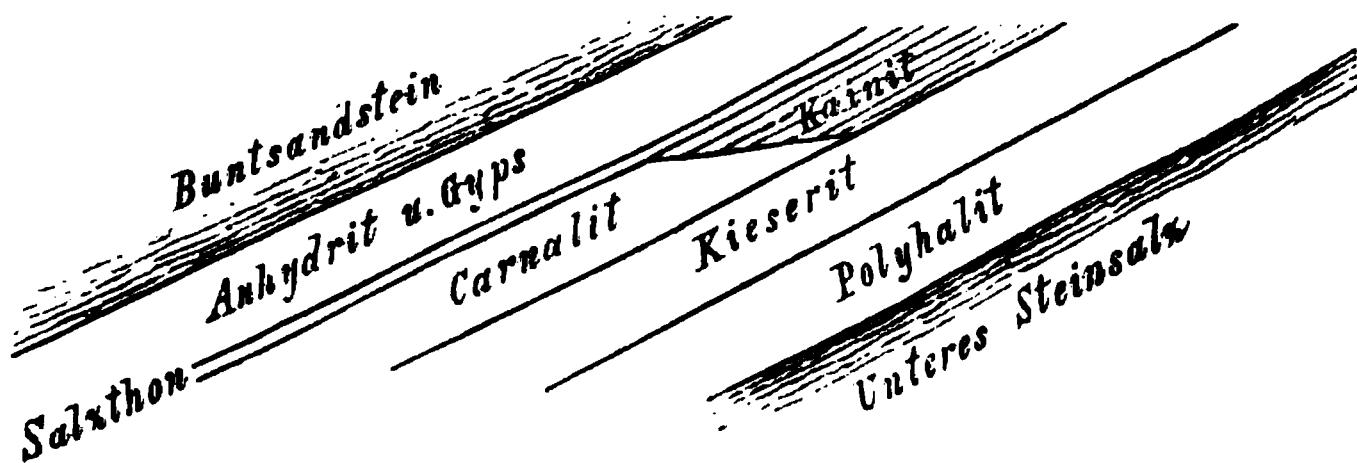


Fig. 296. Kalisalzlager in Staßfurt.

außerdem Sylvin, Tachydrit, Boracit und am oberen Teile Kainit, ein Umsetzungsprodukt des Carnallites enthaltend. Das hangende Nebengestein besteht in Staßfurt zunächst aus Salzthon, über welchem Anhydrit, Gips und Buntsandstein folgen.

Zwischen Anhydrit und Buntsandstein wurde zuerst in Neu-Staßfurt, später auch im Achenbachschachte bei Staßfurt eine Schicht sehr reines Steinsalz aufgeschlossen, welches auch in Staßfurt neuerdings abgebaut wird, während das untere Steinsalz als zu unrein unberührt bleibt.

1) Carnallit = $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, meist durch Eisenglimmerschüppchen rot gefärbt; — Kieserit = $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; — Polyhalit = $2\text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; — Sylvin = KCl ; — Schonit = $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MgSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$; — Kainit = $\text{KCl} + \text{MgSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$; — Tachydrit = $\text{CaCl}_2 + 2\text{MgCl}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$; — Boracit und Staßfurtit = $2\text{Mg}_3\text{B}_5\text{O}_{15} + \text{MgCl}_2$.

Die Ausrichtung ist in Staßfurt durch zwei 24 m von einander entfernt liegende Schächte erfolgt. In einer Tiefe von 335 m geht vom östlichen Schachte ein Querschlag in das liegende Steinsalz, vom westlichen ein solcher bis zum Hangenden des Kalisalzlagers, welches hauptsächlich Gegenstand des Staßfurter Bergbaues ist.

Bis vor kurzem geschah der Abbau des Carnallits von dem hangenden Schachtquerschlage aus durch Örterbau (§ 90), indem durch streichende Strecken und querschlägige Örter von 8,5 m Höhe und Weite Pfeiler von 6 m Stärke gebildet wurden. (In dem festen jüngeren Steinsalze hat man die Strecken 23—25 m weit und 8,5 m hoch, die Pfeiler 43 m stark genommen.)

Da man hierbei außer den Pfeilern auch noch eine 4—5 m starke Schwebe unter dem oberen Abschnitte stehen ließ, so war der Abbau der, besonders für die Landwirtschaft ausserordentlich wichtigen Kalisalze ein derart unvollkommener, daß etwa die Hälfte verloren ging. Außerdem gewährten die Pfeiler für die Dauer nicht die nötige Sicherheit.

Aus diesen Gründen ist man neuerdings dazu übergegangen, das Carnallitlager unter Nachführen von Bergeversatz vollständig abzubauen, obgleich sich dabei die Gewinnungskosten pro Zentner Salz etwas höher stellen.¹⁾

Von dem Schachtquerschlage *S* aus wird am Hangenden des Carnallits eine streichende Strecke *s* (Fig. 297, 298) aufgefahren und von dieser aus, unter Belassung eines Sicherheitspfeilers für den Querschlag, in abgesetzten Stößen nach dem Liegenden zurückgegangen.

Ist in dieser Weise ein Einbruch durch die ganze Mächtigkeit des Lagers hergestellt, so läßt man eine Stoßhöhe von 5—7 m firstenartig nachfolgen, indem man am Liegenden eine »Schleppe« (schwebende Strecke) treibt und den Stoß vom Liegenden nach dem Hangenden zu hereinschießt. Die dabei gewonnenen Kalisalze *K* (Fig. 298) bleiben so weit liegen, daß man beim Abbau der Stöße darauf stehen kann, das übrige wird in der untersten Sohle von der hangenden Strecke *s* aus weggefördert. In den oberen Abschnitten benutzt man zu demselben Zwecke diejenigen Förderstrecken (*f*₁, *f*₂ u. s. w.), welche im Liegenden der Kalisalze aufgefahren und mit der Lagerstätte durch Querschläge verbunden sind, um mehr Angriffspunkte für die Förderung herzustellen.

Ist beim Wegfördern der Kalisalze so viel Raum gewonnen, daß man Bergeversatz anbringen kann, dann setzt man hart unter der Firste des betreffenden Abbaustoßes Querschläge *q*₁, *q*₂, *q*₃ u. s. w. (Fig. 298) an, treibt dieselben durch die Kieseritsalze in die Polyhalitregion und legt in letzterer Bergemühlen *I*, *II*, *III* u. s. w. von 7 m Höhe und 20—25 m Weite an.

Das Verfüllen im Abbau geschieht an der hangenden Strecke *s* und in Wetterörtern, welche von dieser aus bis in die Bergemühlen im Versatz

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 192.

offen erhalten werden, durch Mauerung, sonst durch einfaches Verstürzen, muß aber den losen Kalisalzen unmittelbar nachfolgen, damit immer nur eine möglichst kleine Fläche in der Firste frei bleibt.

Ist der erste Stoß mit seinem Versatze von Salzbergen genügend weit vorgerückt, dann beginnt man, auf dem letzteren stehend, den Abbau des zweiten in derselben Weise, schafft auch die Füllberge zum Versatze wiederum durch Bergemühlen herbei, welche in der Firste des zweiten und der folgenden Abschnitte derart angelegt werden, daß zwischen den in derselben

Quersprofil

Fig. 297.

Längsprofil

Fig. 298. Abbau im Staßfurter Kalisalzager.

Sohle liegenden Bergemühlen Mittel von 75 m Stärke stehen bleiben. In den verschiedenen Sohlen werden die Bergemühlen abwechselnd untereinander gelegt.

Die für die Förderungen aus dem *II.*, *IV.*, *VI.* u. s. w. Abschnitte bestimmten, liegenden Strecken f_1 , f_2 u. s. w., welche mit dem Schachtquerschläge durch Bremschächte direkt verbunden sind, nehmen auch die Förderung aus den zwischenliegenden Abschnitten *III.*, *V.*, *VII.* u. s. w. auf, indem ihnen dieselbe durch, mit dem fortschreitenden Abbau wegfallende Hilfsbremschächte a , b u. s. w. zugeführt wird.

Die Wetter gehen in der hangenden Förderstrecke s , welche im

Bergeversätze offen erhalten wird, vor, bestreichen von unten nach oben sämtliche Abbaustöße, ferner durch die vorhin erwähnten Wetterörter die in Betrieb befindlichen Bergemühlen und gelangen schließlich in die Wetterstrecke.

Hiernach ist der neuere Abbau des Staßfurter Kalisalzlagers eine Art Firstenbau, bei welchem der Abbau der Stöße nicht streichend, sondern wie beim Querbau vom Liegenden nach dem Hangenden erfolgt.

d. Strebbau.

(Exploitation par grandes ou longues tailles. — Long-way [wall] work.)

§ 56. **Allgemeines.** — Strebbau¹⁾ ist diejenige Abbaumethode, bei welcher eine Lagerstätte vom Schacht-Sicherheitspfeiler an in einer vom Schachte aus vorwärts gehenden Richtung und in breiten Stößen abgebaut wird, ohne daß eine besondere Vorrichtung erforderlich ist.

Die zwischen dem Schachte und den Arbeitspunkten entstehenden ausgehauenen Räume müssen, um das Zusammenbrechen zu vermeiden, mit Bergen versetzt, dabei aber die zur Förderung und Fahrung nötigen Strecken offen gelassen werden.

Es ergibt sich hieraus, daß Strebbau zunächst in Lagerstätten mit einem Einfallen von nicht über 30° anwendbar ist, weil bei steilerem Einfallen der Bergeversatz in die Förderstrecken hineinrutschen würde. Bei steilerem Flötzfallen müßte dies durch besondere Vorkehrungen, etwa durch Stempelschlag oder Mauerbogen, wie beim Firstenbau, verhindert werden.

Die Anwendbarkeit des Strebbaues erfordert ferner genügende Festigkeit des hangenden Nebengesteines, um ein Freilegen größerer Flächen ohne Gefahr des vorzeitigen Einbrechens zu gestatten, sowie die Möglichkeit, die ausgehauenen Räume bequem und billig verfüllen zu können. Dabei wird im allgemeinen vorausgesetzt, daß die Flötze nicht über 4 m mächtig sind, auch müssen die Versatzberge beim Abbau zu gewinnen sein.

Wenn sich dagegen in einem Flötze starke Bergemittel befinden, oder das Hangende sehr fest ist, so daß schon ein teilweises Versetzen der abgebauten Feldesteile genügt, um ein Zusammenbrechen zu verhüten, so bildet eine größere Flötmächtigkeit für den Strebbau kein Hindernis.

Bei einem schwachen Flötze ohne Bergemittel gewinnt man die Berge durch Nachreißen des Nebengesteins, zum Teil auch schon dadurch, daß man genötigt ist, den im Versätze nachzuführenden Strecken eine angemessene Höhe zu geben.

Da der Bergeversatz niemals so dicht gemacht werden kann, daß sein späteres Setzen ausgeschlossen wäre, so erfolgt nach und nach ein Sinken

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1865. S. 197—199. — Strebbau in Saarbrücken: Preuß. Zeitschr. 1870. Bd. 18. S. 33 ff. — Friedrichsgrube in Tarnowitz: Ebenda. 1854. Bd. 1. S. 32 ff.

des Hangenden im ganzen — vorausgesetzt, daß dasselbe nicht kurzklüftig ist, in welchem Falle übrigens Strebbau auch nicht gut anwendbar sein würde. Das Hangende legt sich deshalb zunächst auf den Bergeversatz. Da jedoch das Durchbiegen der hangenden Schichten am festen Kohlenstoße beginnt, so wird auch dieser von dem Drucke beeinflußt, was bei fester Kohle die Gewinnung erleichtert, bei milder Kohle aber ein zu starkes Zerbröckeln derselben und eine geringere Stückkohलगewinnung zur Folge haben kann.

Der Strebbau hat dort, wo die Verhältnisse seine Anwendung gestatten, wesentliche Vorteile. Zunächst erspart man gegenüber dem Pfeilerbau den Betrieb der Abbaustrecken, erzielt also von vornherein eine größere Leistung pro Arbeiter bei geringeren Selbstkosten. Sodann ist der Betrieb ein konzentrierter, deshalb die Aufsicht leicht und die Wetterführung vorteilhaft, weil letztere kürzere und geradere Wege durchläuft, als bei anderen Abbaumethoden.

Die wesentlichste Schwierigkeit verursacht die Offenhaltung der Förderstrecken. Dieselben werden nämlich so lange zusammengedrückt und müssen entsprechend nachgerissen werden, bis das Hangende sich fest auf die Füllberge gelegt hat.

Der Strebbau wird mehrfach in England, Schottland und Belgien, in Deutschland u. a. zu Mansfeld und Saarbrücken angewendet.

Aus dem Umstande, daß der Strebbau nur für flachfallende Flötze anwendbar ist, ergibt sich als weiterer Vorteil die Möglichkeit, eine Hauptregel des Abbaues zu befolgen, nach welcher derselbe rechtwinklig gegen die in den Lagerstätten befindlichen Schlechten (clivage; — backs, lines of coal) geführt sein muß, weil dann die Gewinnung eine leichtere und der Stückkohlenfall ein größerer ist. Man kann deshalb den Strebbau streichend, diagonal oder schwebend führen, während bei steilerem Einfallen und anderen Abbaumethoden wegen beschwerlicher Förderung nur streichend abgebaut werden kann.

§ 57. Streichender Strebbau.¹⁾ — Ein Strebbau, dessen Richtung die Streichlinie der Lagerstätte ist, wird angewendet, wenn die Schlechten in der Kohle mehr oder weniger schwebend liegen, oder das Fallen des Flötzes etwa 15—20 Grad beträgt, für einen schwebenden oder diagonalen Abbau also schon zu steil ist. Als ein allgemeines Beispiel möge folgendes dienen:

Nachdem man vom Förderschachte *A* (Fig. 299) aus, welcher gleichzeitig die Wetter einziehen läßt, mit einem Querschlage das Flötz erreicht hat, treibt man zunächst die Grundstrecken *C*. Haben dieselben den durch punktierte Linien angedeuteten, zur Erhaltung des Schachtes stehen zu lassenden, Sicherheitspfeiler verlassen, dann können die schwebenden,

1) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 20; 1862. Bd. 10. S. 28. — Karsten's Archiv. R. II. Bd. 6. S. 74 ff.

später event. als Bremsberge zu benutzenden Strecken E , und mittelst der Strecken F der Durchschlag mit dem Wetterschachte B hergestellt werden.

Während des Betriebes der schwebenden Strecken E kann man in Entfernungen von etwa 12 m die künftigen Förderstrecken a ansetzen, 10 m weit fortreiben, sodann durch Aufhauen eine Parallelstrecke zu E herstellen und, wenn letztere die obere Grenze des Abbaufeldes bei einer flachen Länge von beispielsweise 40 m erreicht hat, nunmehr, unter Belassung eines Sicherheitspfeilers von 10 m für die Grundstrecken, mit einem 30 m hohen Streb H »zum breiten Blick« vorgehen. Während des Abbauens schlägt man zum vorläufigen Schutze Stempel d , führt aber, unter möglichster Wiedergewinnung derselben, den Bergeversatz nach, indem man die Förderstrecken a in demselben offen erhält, event. auch in Firste und Sohle nachreißt.



Fig. 299. Allgemeines Beispiel für Stribbau.

Bei dem Streb H' , welcher in abgesetzten Stößen getrieben wird, hat man den Abbau mit der untersten Abbaustrecke a begonnen, bevor der Bremsberg E die obere Abbaugrenze erreicht hatte. Unter derselben Voraussetzung kann der Streb auch eine schräge Richtung ohne abgesetzte Stöße erhalten.

Endlich kommt es bei genügend flachem Einfallen des Flötzes vor, daß man, um das gewonnene Material auf dem kürzesten Wege in die Förderstrecken gelangen zu lassen, von diesen aus kurze Diagonalen nach dem Strebstoße hin offen läßt, wie es bei H' angedeutet ist.

In der Figur bedeuten ferner: b dichte Wetterschläge, c Verteilungsthüren, die Pfeile ohne Ring (\rightarrow) den einziehenden, diejenige mit Ring ($\bigcirc\rightarrow$) den ausziehenden Wetterstrom.

Der streichende Stribbau wird u. a. auf den flachen Flötzflügeln (plats ou plateurs) bei Lüttich vielfach angewendet.¹⁾ Den Bergeversatz bringen

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 299.

besondere Arbeiter (remblayeurs) in der Nachtschicht ein. Vor dem Streb hat jeder Häuer 2—3 m Stoßhöhe und unterschrämt in einer Schicht $1\frac{1}{2}$ bis 2 m tief.

Auf den Gruben Serlo und von der Heydt bei Saarbrücken kann man die normale flache Höhe zu 200 m und die normale Breite zu 300—360 m annehmen. Die einzelnen Strebstöße haben je nach örtlichen Verhältnissen 12—16 m Breite.

§ 58. **Leistungen und Kosten.** — Bei dem streichenden StREBBau im Saarbrücker Revier beträgt:

Auf nebenbezeichneten Gruben und Flötzen	Albertschacht (Westfeld)			Von der Heydt
	Anna	Sophie	Max	auf den verschiedenen Flötzen.
Die durchschn. Häuerleistung in 1 Schicht, t	4,93	4,97	2,09	4,45 bis 4,89
Die durchschn. Arbeiterleistung in 1 Schicht, t	4,50	4,53	4,60	4,17 bis 4,65
Das Normalgedinge f. 1 Tonne, Mark	2,80	3,00	2,80	2,20 bis 2,80
Bei der vierteljähr. Versteigerung der Gedinge erniedrigen sich dieselben auf durchschnittlich 2,50 Mark für die Tonne Kohlen.				

Der Pulververbrauch stellt sich beim Abbau im Albertschachte auf 0,08 bis 0,10 kg, bei Grube von der Heydt auf 0,07 bis 0,14 kg für 1 t Kohlen. An Stempeln werden auf dem Albertschachte für 100 t Kohlen 70 bis 90 Stück, auf der Grube von der Heydt 60 bis 135 Stück und im Durchschnitt für 100 t auf letzterer Grube etwas mehr als auf dem Albertschachte verbraucht, da auf die breiteren Streben weniger Mauerpfeiler kommen.

Diese Abbaumethode ist besonders in der einen Modifikation »zum breiten Blick« für den Wetterzug am günstigsten, weil sich keine Ansammlungen von schlagenden Wetter bilden können und der Wetterstrom auf dem kürzesten Wege durch den Abbau streicht.¹⁾

§ 59. **Schwebender StREBBau.** — Der schwebende StREBBau wird bei streichender Lage der Schlechten, und — wenn keine schlagenden Wetter vorhanden sind — bei nicht zu steilem ($10—30^{\circ}$) Einfallen des Flötzes angewendet. Soll die Förderung in den schwebend nachzuführenden Strecken mit Schleppern erfolgen, so darf das Einfallen nicht mehr als 5° betragen. Ist dasselbe steiler und will man wegen der streichenden Lage der Schlechten nicht auf schwebenden Abbau verzichten, so müssen die Förderstrecken als Bremsberge eingerichtet werden.

1) Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 40.

Ein Beispiel ist durch Fig. 300 dargestellt, in welcher *A* den einziehenden Förderschacht, *B* den Wetterschacht, *a* die Hauptförderstrecke (Grundstrecke, Sohlenstrecke) bedeutet. In letzterer geht auch der Hauptwetterstrom nach entfernteren Abbaufeldern. Die Strecke *b* führt jedem Streb einen Teilstrom zu, während *c* als Wetterstrecke dient, die verbrauchten Wetter der entfernter liegenden Strebbau aufnimmt und dem Wetterschachte *B* zuführt. Die verbrauchten Wetter müssen in besonderen Kanälen (Wetterbrücken — air-crossings (VIII. Abschn., § 122) über die aus der Strecke *b* kommenden frischen Teilströme hinweggeführt werden.

Fig. 300. Schwebender Strebbau.

In England ¹⁾, wo Strebbau neuerdings in Nottinghamshire, Yorkshire, Midland u. s. w. vielfach eingeführt ist, beträgt die Länge der Strebstöße (stalls) zwischen 5—27 m, je nach der Festigkeit des Hangenden, während die streichende Länge eines ganzen Strebs zwischen 800—4800 m schwankt.²⁾

Fernere Beispiele liefern die Gruben Neu-Essen bei Altenessen,³⁾ ferner diejenigen der Concession Sacrée Madame bei Charleroi⁴⁾, bei Kinneil (Schottland)⁵⁾ u. s. w.

Auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken wird das Mariaflötz auf der zweiten Tiefbausohle mit schwebendem Strebbau abgebaut.

In diesem Flötze, welches einschließlich zweier Bergemittel von 32 cm eine Mächtigkeit von 4,60 m, sowie ein Einfallen von 48° hat, beträgt die Breite der Strebstöße 25 m, so daß von jeder der schwebenden Strecken aus, welche als zweitrümmige Bremsberge mit leicht transportablen Bremscheiben eingerichtet sind, 44,5 m streichend nach beiden Seiten hin abgebaut werden. Die Strebhöhe ist 120—140 m.

In ähnlicher Weise wird das Carlflötz derselben Grube (4 m mächtig) abgebaut.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869. S. 403.

2) Exploitation et réglementation des mines à grison. II. Angleterre. p. 170.

3) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 359.

4) Ebenda. 1839. Bd. 7. S. 172.

5) Ebenda. 1836. Bd. 3. S. 32.

§ 60. Leistungen und Kosten. — Auch beim schwebenden Strebbau bildet in Saarbrücken die Belegung auf nur eine Schicht zur Zeit die Regel. Dabei beträgt:

Auf nebenbezeichneten Gruben und Flötzen	Geislauntern	Friedrichsthal	Gerhard	
	Nr. 6	Liegendes Flötz	Karl	Marie
Die durchschn. Häuerleistung in 1 Schicht, t . . .	4,4	4,825	4,46	4,47
Die durchschn. Arbeiterleistung in 1 Schicht, t . .	0,9	1,3	1,24	1,25
Das Normalgedinge für 1 t Kohlen, Mark	2,4 bis 3,6	2,65	2,5 bis 3,2	2,6
			Das Durchschnittsgedinge betrug im Jahre 1883/84 2,73 Mark 2,50 Mark für 1 t Kohle.	

Der Pulververbrauch stellt sich für das Flötz Nr. 6 der Grube Geislauntern auf 0,3, für das liegende Flötz der Grube Friedrichsthal auf 0,11, für das Karl- und Mariaflötz der Grube Gerhard auf 0,11 bzw. 0,088 kg für die Tonne Kohlen.

An Stempeln werden auf diesen Flötzen beim schwebenden Pfeilerbau bzw. 70, 60, 111 und 43 Stück für 100 t Kohlen verbraucht.

§ 61. Diagonaler Strebbau. — Beim diagonalen Strebbau ist die Richtung des Abbaues und diejenige der nachgeführten Förderstrecken eine diagonale (Fig. 301). Ähnlich wie beim streichenden Strebbau kann man auch hier, um eine bequemere Förderung vor den Strebstößen zu erreichen, am Ende der Diagonalen kurze (streichende) Hilfsförderstrecken nachführen, wie dieselben in Fig. 299 angedeutet sind.

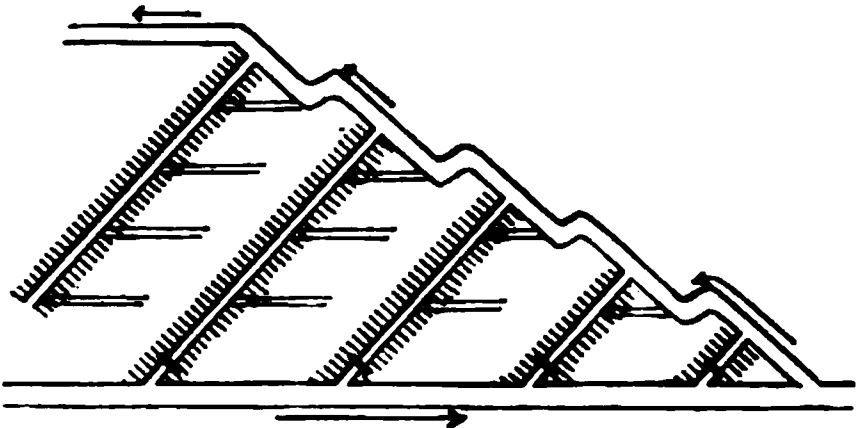


Fig 301. Diagonaler Strebbau.

Mit dem schwebenden hat der diagonale Abbau den Vorteil überein, daß man in beiden Fällen ein Abbaufeld von bedeutender Länge mit sehr vielen Angriffspunkten abbauen, also ein hohes Förderquantum erzielen kann, was beim streichenden Abbau nicht möglich ist, ohne die Förderung bis auf die untere Grundstrecke erheblich zu erschweren.

Allerdings sind auch für den diagonalen Abbau, wenn man keine Bremsvorrichtungen in den Diagonalen anbringen will, ein Einfallen von nicht über

45°, sowie außerdem das Nichtvorhandensein von schlagenden Wettern unerläßliche Vorbedingungen.

§ 62. Abbau des Mansfelder Kupferschieferflötzes. — Beim Abbau des Mansfelder Kupferschieferflötzes¹⁾ war früher der diagonale Abbau ausschließlich in Anwendung; die Förderstrecken lagen dabei 60 m auseinander. Später teilte man eine Abbauhöhe von 300 m durch söhlige Förderstrecken in drei Teile, baute aber von den Hauptstrecken aus nach wie vor mit Diagonalen ab — kombiniertes Streckensystem.

Seit dem Jahre 1856 legt man die söhligen Strecken nur 40—60 m auseinander, beschränkt so die Diagonalen auf kurze Längen an der Mündung der Hauptstrecken und hat damit streichenden StREBBau eingeführt, bei welchem aber die schräge Richtung des Strebs dieselbe, der Richtung der Schichten entsprechende, geblieben ist.

Da in den Hauptförderstrecken, welche durch Nachreißen des Nebengesteins genügende Höhe erhalten, große Förderwagen gehen, so hat man durch thunlichste Einschränkung der Diagonalen, und damit der Förderung mit kleinen Flötzhunden, eine wesentliche Besserung der Förderleistung bei geringeren Kosten erzielt.

e. StREBBau mit Pfeilern.

(Expl. par massifs longs. — Single or double stall and pillar work.)

§ 63. Allgemeine Charakteristik. — Der StREBBau mit Pfeilern oder der vereinigte StREB- und Pfeilerbau bildet den Übergang von dem einen zum anderen. Er besteht im allgemeinen darin, daß man strebbauähnlich mit 18—20 m breiten Strecken vorgeht, zwischen denselben aber Pfeiler von 20 m Stärke und darüber stehen läßt, welche demnächst von der Grenze des Baufeldes nach rückwärts abgebaut werden, und zwar zur Hälfte von je einer Abbaustrecke aus. Die letzteren werden beim Aufhauen derart mit Bergen versetzt, daß drei Strecken — eine in der Mitte und je eine an jedem Stoße — für Förderung und Wetterführung durch solide trockene Mauerung offen erhalten werden. Kann man wegen geringer Festigkeit des Hangenden den Strecken nicht die nötige Breite geben, so bleibt die mittlere Strecke fort.

Fehlt es bei diesem Abbauverfahren an Bergeversatz, so hilft man sich dadurch, daß man Schränke von altem Grubenholze in angemessenen Entfernungen aufstellt.

Der StREBBau mit Pfeilern wird angewendet, wenn die Verhältnisse zwar keinen reinen StREBBau zulassen, aber doch derart sind (Festigkeit des Hangenden, Gewinnung von Bergen), daß man den mit breiten Abbaustrecken verbundenen Vorteil der billigen Kohlengewinnung ausnutzen kann.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864. S. 334. — Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 49. S. 266 ff.

§ 64. Strebau mit Pfeilern in England. ¹⁾ — Man findet diese Methode zunächst auf den Kohlenwerken von Oak bei Manchester in der Lower Bank mine. Von der Grundstrecke aus werden an den Grenzen großer Bauabteilungen schwebende Strecken getrieben, aus denen in 36,50 m Entfernung streichende Strecken von 9,44 m Breite angesetzt werden. Von diesen aus baut man die Pfeiler in schwebenden Abschnitten von 44 m Breite ab und

Fig. 302. Komb. Streb- und Pfeilerbau auf den Kohlenwerken von Oak in Manchester.

Fig. 303. Streichender komb. Streb- und Pfeilerbau in Wales.

stellt in der Mitte der letzteren durch Nachreißen der Sohle eine Förderstrecke her, in welcher auch die Wetter vorgehen, um in einem im Bergeversatze ausgesparten Raume an einem der Stöße zurückzugehen (Fig. 302).

Ein anderes Beispiel aus Wales mit streichenden Abbaustrecken von 4,27—13,70 m Weite und Pfeilern von gleicher Stärke zeigt Fig. 303. Die

Fig. 304. »Wicket System« in Nord-Wales.

Fig. 305. Schwebender komb. Streb- und Pfeilerbau auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken.

Pfeiler werden, unter Belassung von 9 m starken Sicherheitspfeilern gegen die Grundstrecke und gegen das nächste Abbaufeld, streichend rückwärts abgebaut. Die Breite der durch schwebende Strecken hergestellten Baufelder beträgt 45—90 m.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1869. S. 404 ff.

Bei gutem Dache giebt man den Abbaustrecken die größere Breite von 13,70 m und stellt im Bergeversatze auf beiden Seiten Förderstrecken her — double stall and pillar work.

Bei weniger gutem Dache giebt man den Baufeldern 100—150 m Breite und 230—300 m Höhe und treibt bei flachem Einfallen und weniger festem Dachgestein schmälere schwebende Strecken als in Fig. 302, in 20 m Abstand mit nur einer Förderstrecke an dem einen und mit einem Wetterkanale am andern Stoße (single stall).

Auch mag an dieser Stelle noch eines in Nord-Wales angewendeten Abbausystemes (Wicket system) gedacht werden, bei welchem Abbaufelder von 120 m flacher Höhe und 360 m Länge, am äußersten Ende der Grundstrecken beginnend, mit schwebenden Strecken von 18 m Breite abgebaut werden (Fig. 304). Die 6 m starken Pfeiler giebt man verloren.

§ 65. **Abbau im Beustflötze und Heinrichflötze bei Saarbrücken.** — Im Beustflötze und Heinrichflötze der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken ist ein Abbau unter dem Namen Stoßbau im Gange¹⁾, welcher den in den Fig. 305 und 306 dargestellten ähnlich ist. Man giebt den schwebenden Abbaustrecken, je nachdem Bergemittel vorhanden sind oder nicht, eine Breite von 10,5, bzw. 4—5 m und läßt Pfeiler von 20—30 m Breite zwischen ihnen stehen. Die Abbaustrecken werden soweit versetzt, daß auf der inneren Seite ein zweispuriger Bremsberg *c* (Fig. 305), welcher bis auf die Grundstrecke reicht und hier mit einer Schutzbühne versehen ist, auf der anderen eine schmälere Fahrstrecke *d* übrig bleibt.

Von den Abbaustrecken aus werden die benachbarten Pfeiler je zur Hälfte in streichenden Abschnitten von 8—10 m abgebaut und dabei in solcher Weise versetzt, daß der Wetterzug die Stöße bestreichen kann, wie es in Fig. 305 durch die Pfeile angedeutet ist. Bei *b* sind dicht schließende Wetterthüren, bei *a* Thüren mit Verteilungsschieber angebracht, um einen Teilstrom in den Abbau gelangen zu lassen.

Der seigere Sohlenabstand beträgt 40 m, danach die flache Abbauhöhe bei 10° Fallen 240, bei 12° Fallen 200 m inkl. Sicherheitspfeiler. Die Länge einer Bauabteilung beträgt gleichfalls 200 m.

Bei einer Breite der Strecken von 4—5 m und der Pfeiler von 20 m gewinnt man $\frac{1}{4}$ — $\frac{2}{3}$ der Kohle beim Streckenbetrieb, $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{3}$ beim Abbau.

§ 66. **Abbau in Obernkirchen.** — Auch das mit 5° einfallende, in der bauwürdigen Unterbank 343—366 cm mächtige Steinkohlenflötz bei Obernkirchen wird in ähnlicher Weise abgebaut, nur mit dem Unterschiede, daß die Abbaustrecken in diagonalen Richtung von beiden Grenzen eines Abbaufeldes (200—250 m lang) so getrieben werden, daß sie in der Mitte des Feldes zusammentreffen. Die Abbaustrecken erhalten außerdem nur eine Breite von 1—1 $\frac{1}{4}$ m.

1) Preuß. Zeitschr. 1870. Bd. 18. S. 23.

Der Abbau der 15—17 m breiten Pfeiler geschieht in der Weise, daß vor jedem Streb 5 Hauer in abgesetzten Stößen arbeiten.

§ 67. Rückbau langer Strebstöße in England¹⁾ (long wall working home). — Auch in England ist, um die Offenhaltung der Förderstrecken im Bergeversatz zu umgehen, an einzelnen Stellen (Manchester, Lancashire) eine der vorigen ähnliche Abbaumethode eingeführt, welche sich dem Pfeilerbau noch mehr nähert. Man treibt nämlich je nach der Festigkeit des Hangenden mehr oder weniger breite, aber möglichst wenige Parallelstrecken — etwa eine Grundstrecke mit Wetterstrecke in 12 m Abstand — 1000 bis 1600 m weit in das Feld und baut eine dadurch, sowie durch eine obere Grundstrecke, bezw. durch alten Mann gebildete lange Abteilung in Pfeilern ab (Lancashire, Lund-Hill, Yorkshire). Zwischen zwei langen Abteilungen bleibt eine Kohlenwand stehen, um den alten Mann auf beiden Seiten abzusperren. Diese Kohlenwand wird ganz zuletzt, so weit es möglich ist, ebenfalls abgebaut.

Fig. 306. Rückbau langer Strebstöße in Doe mine.

Der Abbau der Pfeiler geschieht entweder in schwebenden, oder in streichenden Abschnitten.

Im ersteren Falle richtet man die langen Abteilungen von hinten her mit streichenden Parallelstrecken vor und bildet damit Pfeiler von 18 bis 40 m Stärke, welche in schwebenden Abschnitten von 7—11 m Breite abgebaut werden. Dabei bilden die Abbaustöße, je nachdem man die Pfeiler nach einander oder gleichzeitig (Lund-Hill) in Angriff nimmt, entweder treppenförmige Absätze oder sie liegen in einer streichenden Linie.

In Doe mine (Pendlebury) stellt man durch schwebende Strecken Pfeiler von 73 m Stärke her (Fig. 306) und baut von oben nach unten in streichenden Abschnitten, oder mit abgesetzten Stößen (s. die punktierten Linien), wie in Rams mine (Pendlebury) ab.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 26. S. 70 ff. — Expl. et régl. des mines à grisou. Paris 1881. II. Angleterre. p. 453.

Liefert das einbrechende Hangende genügendes Material, so führt man vor dem alten Manne trockene Mauerung auf, erleichtert dadurch das Rauben der Stempel und Schränke und verbessert die Wetterführung.

f. Weitungsbaue mit Bergeversatz.

§ 68. **Weitungsbaue im Rammelsberge bei Goslar.** — Zu den Abbauethoden mit Bergeversatz gehört noch diejenige Art des Weitungsbaues, welcher in den oberen, mächtigen Teilen des Rammelsberger Erzlagere bei Goslar in Anwendung war.¹⁾ Die Entfernung der Bausohlen betrug 20 m. Auf jeder Sohle wurde halb im liegenden Schiefer, halb im Erzlager eine Feldortstrecke getrieben, von welcher aus man die Weiten in der Weise vorrichtete, daß man in Stößen von 40—50 m Breite bis zum Hangenden ausweitete und nun mittelst Feuersetzen in die Höhe brach.

Da man aber in jeder Sohle auf beiden Seiten einer Weite einen Pfeiler von gleicher Länge, außerdem auch über und unter einer Weite auf der nächst oberen und unteren Sohle einen Pfeiler stehen ließ, bzw. über und unter jedem Pfeiler eine Weite anlegte, so reichte jede Weite über zwei Sohlen hinaus, und ersparte man dadurch für eine Sohle um die andere die Schwierigkeiten beim Abbau des Deckelstoßes. Die Pfeiler zwischen den Weiten wurden nach Vollendung der letzteren ebenfalls abgebaut.

Mit dem Aufrücken der Weite wurde Bergeversatz nachgeführt, welcher, wie auch jetzt noch für den Abbau in den weniger mächtigen, tieferen Lager teilen, vom Tage hereingeschafft wurde.

Von der mit trockener Mauerung ausgebauten Feldortstrecke aus wurden im Bergeversatze Rollen mit in die Höhe geführt, welche aber nur von Sohle zu Sohle reichten.

2. Abbaumethoden ohne Bergeversatz.

§ 69. **Allgemeines.** — Der Bergeversatz war, abgesehen vom Strossenbau, bei steil fallenden und mächtigen Lagerstätten schon deshalb notwendig, um beim Abbau eine Sohle zu schaffen. Diese Notwendigkeit wurde in allen denjenigen Fällen unbequem und kostspielig, wo die Lagerstätte durchweg bauwürdig war, wie bei den stockartigen Kohlenflötzen in Frankreich (S. 254).

Sobald jedoch in solchen Fällen die Lagerstätte flach liegt, und somit das Liegende eine natürliche feste Sohle liefert, kann man den Bergeversatz umgehen.

Dasselbe ist der Fall, wenn wenig mächtige Lagerstätten steil einfallen und beim Abbau keine genügenden Berge liefern, oder wenn das Nebengestein so fest ist, daß man mit dem Abbau weite Räume herstellen kann, ohne deren vorzeitiges Zusammenbrechen befürchten zu müssen.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von Hartmann. Freiberg 1854. S. 1 ff. — Serlo. a. a. O. 1884. I. S. 591.

a. Pfeilerbau.¹⁾

§ 70. Allgemeine Charakteristik des Pfeilerbaues. — Ist eine plattenförmige Lagerstätte

1. zu mächtig, als daß man sie bequem und billig mit Bergeversatz abbauen könnte, oder hat sie
2. ein zu steiles Einfallen auch bei geringerer Mächtigkeit, oder
3. ein wenig haltbares, kurzklüftiges Hangendes,

so ist die Möglichkeit ausgeschlossen, die ausgehauenen Räume, wie beim Strebbau, zwischen den Schacht und die Arbeitspunkte zu legen, weil sie schwer offen zu erhalten sind.

Man sichert deshalb die Verbindung mit dem Schachte in der Weise, daß man ein Grubenfeld, oder einzelne Abteilungen desselben mit Vorrichtungsstrecken durchörtert, und zwischen diesen Pfeiler stehen läßt, welche schließlich von hinten her nach rückwärts abgebaut werden, indem man das hangende Nebengestein hinter sich zu Bruche gehen läßt.

Während also beim eigentlichen Strebbau außer den Sohlenstrecken und etwaigen Mittelstrecken eine weitergehende Vorrichtung nicht erforderlich war, ist sie beim Pfeilerbau unerläßlich.

An einen bestimmten Fallwinkel ist der Pfeilerbau nicht gebunden, hat aber den Nachteil, daß er viel Holz beansprucht, welches man allerdings soweit als möglich wieder zu gewinnen (zu »rauben«) sucht.

Außerdem ist die Oberfläche der durch die Vorrichtungsstrecken freigelegten Kohle beim Pfeilerabbau eine sehr große; infolge dessen findet eine weit stärkere Entgasung derselben statt, was ungünstig auf die Backfähigkeit beim Verkoken einwirkt, auch die Wetter verschlechtert.

Endlich ist wegen der notwendigen Vorrichtung durch ausgedehnten Betrieb enger Strecken die Leistung geringer und die Gewinnung teurer als beim Strebbau, so daß Pfeilerbau nur anzuwenden ist, wenn der an und für sich rationelle Strebbau oder die Kombination von beiden (§ 63 bis 67) nicht möglich sein sollte.

§ 71. Regeln für den Pfeilerbau. — Je druckhafter das hangende Nebengestein einer Lagerstätte ist, um so teurer wird auch die Unterhaltung des Ausbaues in den Vorrichtungsstrecken.

Um diesen Übelstand zu vermeiden, muß man die Dimensionen der Strecken bei schlechtem Hangenden möglichst einschränken und bei mächtigen Lagerstätten nur gewöhnliche Streckenhöhe anwenden, da man die stehen gelassene Kohle später beim Gewinnen der Pfeiler mit abbauen kann.

¹⁾ Berggeist. 1868. Nr. 78. Beilage. (Über das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges.) — Preuß. Zeitschr. 1867. Bd. 15. S. 73. — Glückauf. Essen 1867. Nr. 21 ff. — Berggeist. 1871. Beilage 18. (Pfeilerbau in Pennsylvanien.) — Des affaissements du sol produits par l'exploitation houillère par G. Dumont in Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1872. Nr. 40. — Notiz über Sinken der Gebirgsschichten beim Pfeilerbau und Strebbau in Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 359. — Vergl. auch S. 244.

Muß man aber das Hangende entblößen, dann sollte man die Zahl der Strecken auf das Möglichste, d. h. soweit es die Anforderungen an die Höhe der Förderung und an die Zahl der Arbeitspunkte irgend gestatten, einzuschränken suchen, indem man z. B. mindestens eine Strecke um die andere fehlen läßt, und eine solche erst dann treibt, wenn der Abbau bald nachfolgen kann.

Am vollkommensten könnte dies Ziel erreicht werden, wenn man mit nur einer Grundstrecke nebst Wetterstrecke zunächst streichend bis etwa 200 m vor der Markscheide, dann schwebend bis zur oberen Feldegrenze vordringen, hier die ersten Abbaustrecken ansetzen, die unteren allmählich nachfolgen lassen und nun, wie es ohnehin allgemeine Regel ist, am Ende der obersten Abbaustrecke den Abbau nach rückwärts beginnen würde.

Da ein solches Vorgehen jedoch selten möglich, auch wegen zu langen Ausbleibens der Erträge nicht vorteilhaft ist, so schlägt man zweckmäßig einen Mittelweg ein, indem man das ganze Grubenfeld in kleinere Abbaufelder zerlegt und innerhalb derselben so verfährt, wie es oben beschrieben wurde. (Vergl. Wicket system S. 266.)

Danach sollen also die obersten Strecken, deren Pfeiler zuerst zum Abbau kommen, am weitesten vorgerückt sein, während demnächst die Abbaue so liegen müssen, daß jeder Pfeiler auf zwei Seiten alten Mann hat (Fig. 307). Allerdings müssen dabei zwischen den einzelnen Baufeldern Sicherheitspfeiler stehen bleiben, welche man

Fig. 307. Pfeilerabbau.

aber, sofern man ihnen genügende Stärke giebt, später gewinnen kann.

Die Wetterversorgung der Ortsbetriebe und Abbaue wird dadurch erreicht, daß man die Pfeiler in angemessenen Entfernungen von nicht über 30 m mittelst Aufhauen oder Durchhieben durchörtert, immer nur die dem Orte zunächst befindlichen offen läßt, die anderen aber durch Wetterverschlüsse abschließt. Bei Anwesenheit von Schlagwettern muß eine sorgfältige Wetterversorgung eintreten — vergl. Sonderventilation, VIII. Abschnitt, §§ 58 bis 67.

Anstatt der Wetterdurchhiebe stellt man bei steilerem Einfallen in neuerer Zeit in sehr zweckmäßiger Weise weite Bohrlöcher her. (I. Abschn., §§ 87 bis 94.)

Die Wetterdurchhiebe sollen aber nicht allein für die Wetterführung, sondern auch zur Kontrolle der Pfeilerstärke dienen.

Bei festem Hangenden kann man diese Aufhauen in einer und derselben schwebenden Linie ansetzen, andernfalls ist es aber besser, jedes Aufhauen nach oben und unten auf die Mitte eines Pfeilers treffen zu lassen, weil damit das Hangende weniger entblößt wird.

In Oberschlesien stellt man Durchhiebe so wenig als möglich her, bei einer Länge der Bremsbergfelder von 400 m z. B. nur einen an jedem Ende, 40 bis 42 m von den Bremsschächten entfernt, bei den 150 bis 200 m langen Bremsbergfeldern auf Königin Luise, Concordia und Ludwigsglück deren drei bis vier.¹⁾

a. Streichender Pfeilerbau.

§ 72. **Allgemeines.** — Der streichende Pfeilerbau ist der am meisten angewendete, weil er sich bei jedem Fallwinkel anwenden läßt, so daß man mit ihm auch die aus allmählichen Veränderungen der Neigung, z. B. bei Auftreten von Mulden und Sätteln entspringenden Schwierigkeiten am leichtesten überwinden kann.

Allerdings hat der streichende Pfeilerbau auch seine Nachteile; er gestattet zunächst nur eine geringe Ausnutzung der Schlechten, sodann lassen sich, ähnlich wie beim streichenden StREBBau, weniger Angriffspunkte schaffen, als beim schwebenden und diagonalen Pfeilerbau, weil die Abbaufelder, deren Höhe durch die Sohlenbildung begrenzt ist, naturgemäß immer länger als höher sind. Bei einem Einfallen über 15—20° ist man indes lediglich auf streichenden Bau angewiesen.

Derselbe teilt das Kohlenfeld durch eine Reihe, den Sohlenstrecken paralleler, sogen. Abbaustrecken in Pfeiler, welche von hinten her abgebaut werden.

Da der Ortsbetrieb teurer ist, als der Pfeilerbau, so muß die Weite der Strecken so groß genommen werden, als es die Festigkeit des Hangenden und der Kohle gestattet. Bei milder Kohle müssen die Pfeiler stärker bleiben, als bei fester, weil sie sonst dem Drucke des Hangenden nicht genügend widerstehen können.

Sind bei schwachen Flötzen die Abbaustrecken in Firste oder Sohle nachzureißen, um genügende Höhe für die Förderwagen zu beschaffen, so hat man sie am unteren Stoße so viel breiter zu hauen, daß die gewonnenen Berge versetzt werden können.

In Westfalen werden $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$, in Oberschlesien $\frac{1}{7}$ — $\frac{3}{7}$ der Kohlenmasse durch Ortsbetrieb gewonnen²⁾.

Im allgemeinen hat man große Ortsbreiten und schwache Pfeiler bei schwach geneigten, wenig mächtigen Flötzen mit Bergemitteln und gutem Nebengesteine, das Umgekehrte bei mächtigeren, stark fallenden Flötzen mit wenig oder gar keinen Bergemitteln und vor allem mit druckhaftem Nebengesteine.

Zu schwache Pfeiler werden bei letzterem zerbröckelt und liefern zu viel Gruskohle, auch kommt das Hangende dabei so sehr in Bewegung, daß

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 36.

2) Ebenda. 1859. Bd. 7. S. 287; 1869. Bd. 17. S. 59.

es beim Abbau der Pfeiler vorzeitig hereinbricht und damit große Kohlenverluste veranlaßt.

Sind die Pfeiler zu stark, so erschweren sie den Abbau gleichfalls durch häufiges Zubruchegehen, weil man das Hangende dabei in einer zu großen Fläche auf Stempel stellen muß, als daß diese dem Drucke genügend widerstehen könnten.

§ 73. Ansetzen der Abbaustrecken. — Das Ansetzen der Abbaustrecken geschieht je nach dem flacheren oder steileren Einfallen der Lagerstätten von schwebenden Strecken, Diagonalen oder Bremsbergen aus.

Schwebende Strecken sind nur bei einem Einfallen bis 5° zulässig, ebenso dürfen die Diagonalen kein größeres Ansteigen haben, weil sonst der leere Wagen durch zwei Wagenstöße heraufgebracht werden muß.

Diagonalen sollte man nur dann anwenden, wenn man bei dem genannten Ansteigen in gerader Linie diejenige äußerste Ecke des Abbaufeldes erreichen kann, in welcher der Pfeilerabbau beginnen soll. Bei größeren Förderwagen darf man sogar ein Ansteigen von $4-4\frac{1}{2}^{\circ}$ nicht übersteigen. In Saarbrücken geht man nur bis $3\frac{1}{2}^{\circ}$, wobei die Wagen auf Holzgestängen von selbst abwärts laufen; bei eisernen Gestängen genügt dazu schon $1\frac{1}{2}^{\circ}$.

Diagonalen haben, besonders bei steilem Flötzfallen, immer den Übelstand, daß sie an den Kreuzpunkten mit streichenden Strecken die Pfeiler in spitzen Winkeln schneiden, so daß jene leicht zerbröckeln.

Erreicht man bei dem obengenannten Ansteigen mit einer Diagonale die obere Baugrenze nicht in gerader Linie, so muß solches im Zickzack geschehen, wodurch die Förderlänge bedeutend vergrößert wird.

Im allgemeinen ist anzunehmen, daß hiernach 45° das Maximum des Flötzfallens bilden, wobei Diagonalen ohne die angeführten Übelstände anzuwenden sind; darüber hinaus muß man die Abbaustrecken von Bremsbergen aus ansetzen.

Bei mächtigen Flötzen sind Diagonalen ganz zu vermeiden, denn der Abbau der spitzen Pfeilerecken ist in diesem Falle ohne große Kosten und Gefahren kaum auszuführen.¹⁾

Über die mathematischen Beziehungen zwischen Neigung der Diagonalen, deren Länge, die mit derselben zu erreichende Abbauhöhe einerseits und die Fallwinkel andererseits vergl. Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 287. Bei 5° Fallen der Diagonale, 250 m Länge derselben und 20° Flötzfallen beträgt danach die durch die Diagonale erreichte Abbauhöhe nur 63 m.

Bei solchem Fallen des Flötzes beschränkt sich die Anwendbarkeit der Diagonalen auf kurze Feldesmittel, für welche die Anlage eines Bremsberges nicht lohnend sein würde.

§ 74. Bremsbergbetrieb. — Bremsberge, Bremswege, Bremsfallstrecken

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 5. S. 114.

(plans automoteurs; — self acting inclined plans) werden in der Fallungslinie der Lagerstätten angelegt. Am Kopfe der Bremsberge sind Bremsvorrichtungen angebracht, mit deren Hilfe die vollen Förderwagen hinab und die leeren hinauf befördert werden. Sie sind nicht an ein Maximum des Fallwinkels gebunden (bei 90° werden sie zu Bremsschächten), wohl aber an ein Minimum, obwohl sich dieses durch Vermehrung der Wagenzahl, Ausgleichung des Seilgewichtes durch konische Körbe, steileres Einfallen am oberen Ende u. s. w. wesentlich herabmindern läßt, wie in der Förderlehre spezieller besprochen werden wird. Bei hölzernen Schienen konnte man kaum unter 15° herabgehen, während bei Flügelschienen und den eben erwähnten Hilfsmitteln ein Abbremsen noch bei 5° und darunter möglich ist.

Da die Bremsberge gleichmäßig geneigt sein müssen, so verfährt man bei Herstellung derselben in der Weise, daß man ein schmales Aufhauen zuerst auf dem Liegenden treibt und dann von oben nach unten erweitert, indem man zugleich nach einer ausgespannten Schnur, bzw. mit Hilfe von Setzwage und Gradbogen die Sohle und Firste reguliert. Bei schlagenden Wettern ist es indes Regel, nicht aufzuhauen, sondern abzuteufen, nur ausnahmsweise, z. B. wenn eine obere Sohle fehlt, findet wieder das erstere statt, jedoch mit Hilfe eines kräftigen Ventilators und unter Nachführung einer Parallelstrecke, welche demnächst als Fahrüberhauen benutzt werden kann und von Zeit zu Zeit mit dem Bremsberg-Überhauen verbunden wird.

Über die verschiedenen Arten der Bremsberge — ein- und zweiträumige, solche mit unter- und nebenlaufendem Gegengewichte, mit und ohne Bremsgestelle — wird das Nähere in der Förderlehre besprochen werden; hier kommen dieselben nur insofern in Betracht, als sie für die Vorrichtung und den Abbau der Baufelder wichtig sind.

In dieser Beziehung ist vor allem hervorzuheben, daß die Anlagekosten eines Bremsberges in richtigem Verhältnisse zur Dauer desselben, bzw. zur Größe der Baufelder stehen müssen. Im allgemeinen hat man die letzteren so groß zu nehmen, daß sie vollständig abgebaut sind, bevor der Bremsberg zu stark in Druck kommt. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei nicht festem Dache, sowie ganz besonders bei quellender Sohle zweiflügelige d. h. solche Bremsberge anzulegen, von denen aus nach beiden Seiten hin abgebaut werden kann. Dieselben sind auch dann vorteilhaft, wenn die Grundstrecke weit genug voraus ist und es sich darum handelt, rasch eine möglichst große Zahl von Angriffspunkten zu gewinnen.

Da man aber hierbei auf einer Seite des Bremsberges immer Rückförderung hat, so zieht man unter gewöhnlichen Verhältnissen die einflügeligen Bremsberge vor.

Die Abbaustrecken setzt man, um den Bremsberg nicht zu sehr in Druck zu bringen, in geringen Dimensionen an und erweitert sie erst bei etwa 400 m Länge. Auch macht man aus demselben Grunde wohl nur eine um die andere Strecke mit dem Bremsberge durchschlägig und verbindet sie mit den anderen durch kurze Diagonalen.

Da das Betreten des Bremsberges, besonders bei steilem Flötzfallen, gefährlich ist, so muß auf jeder im Betriebe befindlichen Seite desselben ein Fahrüberhauen vorhanden sein.

Bei flachem Einfallen und einflügeligen Bremsbergen stellt man auch wohl einen Raum zum Fahren durch einen Verschlag an demjenigen Stöße her, von welchem aus keine Abbaustrecken abgehen.

Damit ferner die in der Grundstrecke verkehrenden Personen gegen die Gefahren geschützt sind, welche beim Hinabstürzen eines Förderwagens, oder

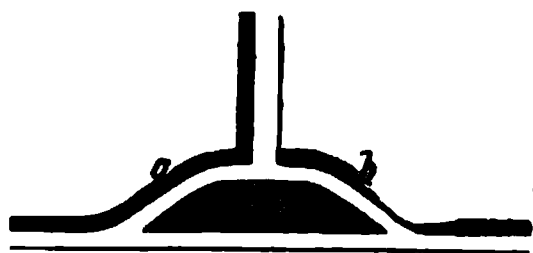


Fig. 308.

Ansetzen eines Bremsberges.

des Gestelles entstehen können, setzt man den Bremsberg bei flacherem Einfallen nicht direkt in der Grundstrecke, sondern etwas höher in der Fallungslinie an, indem man mit kleinen Diagonalen *a* und *b* hinaufgeht (Fig. 308). Das stehbleibende Flötzstück dient als Schutzbühne; die leeren Wagen werden in der einen Diagonale hinaufgeschoben, während die vollen in der

anderen hinabgestoßen werden und dabei so weit laufen, daß sich größere Wagenzüge von selbst aufstellen.

Bei steilerem Einfallen setzt man den Bremsberg zu demselben Zwecke in der Grundstrecke an und verumbrucht diese im hangenden Nebengestein, auch stellt man die Schutzbühne durch eine starke Stempelreihe her und erweitert die Grundstrecke an dieser Stelle.

Die Dimensionen der Bremsberge müssen möglichst geringe sein, um die Offenhaltung zu erleichtern; bei schlechtem Hangenden darf man deshalb keine breiten, doppeltrümmigen Bremsberge, oder solche mit nebenlaufendem Gegengewichte herstellen.

§ 75. Rollochsbetrieb. — Rollöcher werden beim Pfeilerabbau in der Regel durch Pfostenverschläge in Fahrüberhauen hergestellt. Sie dienen zum Abstürzen der Kohle in Flötzen von nicht unter 30—35° Fallen, wenn etwa die Anlage von Bremsbergen wegen kurzer Feldeslänge nicht lohnt, oder wegen zu druckhaftem Nebengestein zu schwierig ist, während man Rollöchern nur geringe Dimensionen zu geben braucht.

Offene Rollen können zwar bei flacherem Fallen noch angewendet werden, wenn die Kohlen ohne Aufenthalt abrollen, wobei sie jedoch sehr zerkleinert werden. Will man dies verhindern, was nicht nötig ist, wenn die Gruskohlen ohne weiteres zum Verkoken geeignet sind, so erhält man derartige Rollen meistens gefüllt; allerdings rutschen dann bei flachem Einfallen die Kohlen schlecht.

Um das Abrutschen zu erleichtern und die Kohlen rein zu erhalten, verkleidet man das Liegende mit Brettern.

Rollöcher haben noch den Nachteil, daß man eine absichtliche Verunreinigung der Kohlen mit Bergen nicht kontrollieren kann, weil immer mehrere Örter gleichzeitig auf eine Rolle angewiesen sind.

Bei Eisensteinsflötzen und Erzlagern kommt die Zerkleinerung nicht in Betracht, weshalb man in denselben Rollöcher mit Vorteil anwenden kann.

§ 76. Größe der Abbaufelder. — Die Größe eines in Pfeiler zu zerlegenden Abbaufeldes läßt sich in bestimmten Zahlen nicht angeben. Die flache Höhe ist durch die Sohlenbildung bedingt, die streichende Länge steht im umgekehrten Verhältnisse zur Mächtigkeit des Flötzes und zum Drucke des Nebengesteins, damit vor erfolgtem Abbau kein Ausweichen der Zimmerung in Bremsbergen und Strecken notwendig wird. Auch verschlechtern sich die Kohlen, wenn die Pfeiler zu lange stehen.

In Westfalen hat man eine streichende Länge von 200—300 m, geht aber bei mächtigen Flötzen und druckhaftem Nebengesteine, besonders auch bei quellender Sohle (creeps in England), bis auf 400 m herab.¹⁾

Auch in Saarbrücken und in Oberschlesien sind ähnliche Feldeslängen üblich.

§ 77. Abbau der Pfeiler. — Der Abbau der Pfeiler erfolgt entweder streichend mit der vollen Pfeilerstärke als Abbaustoß, oder in schwebenden Abschnitten.

Der streichende Abbau ist bei steilem Einfallen der allein zweckmäßige, aber auch, wenn es die Lage der Schlechten erfordern sollte, bei flachem Einfallen möglich. Im letzteren Falle kann man gewöhnlich bis zum oberen alten Manne abbauen, während bei steilem Einfallen das Hereinrollen der Berge dadurch verhindert wird, daß man eine »Schwebe« von 4 m Stärke stehen läßt, oder auf der oberen Ortssohle einen Stempel-schlag herstellt.

Vor hohen Pfeilern baut man firstenartig in abgesetzten Stößen ab; die unteren Stöße müssen den oberen um mindestens 4 m voraus sein, damit die Arbeiter gegen herabfallende Kohlen geschützt sind.

Auf den steil stehenden sogen. rechten Flügeln der Kohlenflötze im westlichen Teile der Wormmulde hat sich ein strossenartiger Abbau²⁾ der Pfeiler in Bezug auf Sicherheit der Arbeiter und reine Gewinnung der Kohlen am besten bewährt, obwohl sich die Gewinnungskosten im Verhältnisse zu dem Abbau auf den flachen Flötzflügeln sehr hoch stellen.

Bei streichendem Abbau der Pfeiler muß der Raum vor dem Kohlenstoße durch Stempel frei gehalten werden; da dieses aber bei großer Flötzmächtigkeit schwer möglich ist, so baut man in diesem Falle und bei flacher Lagerung mit schwebenden Abschnitten ab, was u. a. in Oberschlesien noch dadurch geboten ist, daß die Schlechten in den meisten Flötzen parallel dem Streichen liegen.

Die Breite der Abschnitte richtet sich nach der Festigkeit des Hangenden; in Saarbrücken beträgt sie 6—8 m, in Oberschlesien $4\frac{1}{2}$ —6 m.

1) Preuß. Ztschr. 1859. Bd. 7. S. 294; 1862. Bd. 10. S. 32.

2) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 64. — Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. 1884. S. 115.

In mächtigen Flötzen, in denen die Abbaustrecken in Ortshöhe getrieben werden, beginnt der Abbau der Pfeiler damit, daß man in der Strecke bis zum Hangenden in die Höhe bricht und nunmehr mit der vollen Mächtigkeit bis zur oberen Abbaustrecke auffährt. Von da an kann man je nach Umständen streichend oder mit schwebenden Abschnitten fortfahren.

Bei der in Belgien üblichen exploitation par rabatage (Pfeilerrückbau)¹⁾ werden auch die Pfeiler in Streckenhöhe und einzelnen Abschnitten angegriffen, worauf man die stehen gebliebene Kohlenbank rückwärts abbaut.

Geht das Hangende vor vollendetem Abbau eines Pfeilers zu Bruche, so muß mit einem neuen Aufhauen begonnen werden, indem man zum Schutze gegen den alten Mann einen Streifen Kohle (»ein Bein«) stehen läßt.

§ 78. Rauben der Zimmerung. — Auf den Abbau eines Pfeilerabschnittes folgt das Rauben der reihenweise gestellten und bei brüchigem Hangenden mit Anpfählen versehenen) Stempel (VI. Abschn. § 20) und zwar nicht allein, um die Stempel wieder zu gewinnen und in weniger mächtigen Flötzen noch einmal zu verwenden, sondern vornehmlich, um das Hangende zu Bruche zu werfen. Geschähe dies nicht, so würde das Gewicht des hangenden Nebengesteines über dem abgebauten Flötzteile gleichzeitig auf die im Abbau befindlichen Pfeiler drücken.

Ist das Hangende so fest, daß es auch nach dem Rauben der Stempel und nachdem man mehrere Abschnitte abgebaut hat, nicht zu Bruche gehen will, so muß man solches, besonders bei mächtigen Flötzen, durch Abschießen passend angesetzter Bohrlöcher zu befördern suchen, bevor der abgebaute Raum zu groß wird, weil durch plötzliches Hereinbrechen des Hangenden und durch die damit verbundene heftige Lufterschütterung Gefahren für die Einrichtungen der Grube und auch für die Belegschaft herbeigeführt werden können.

Auf Königsgrube in Oberschlesien reichte die Einwirkung eines solchen Bruches soweit, daß sogar die Gebäude und das Fundament der Wasserhaltungsmaschine über Tage erschüttert wurden.

Derartige offene Räume (»Glocken«) bieten ferner Gelegenheit zum Ansammeln größerer Mengen von schlagenden Wettern, welche beim Bruche plötzlich in die Baue getrieben werden, sind auch die Veranlassung, daß die frischen Wetter sich verlieren.

§ 79. Abbau der Pfeiler in den mächtigen Flötzen Oberschlesiens.²⁾ — Während sich das bisher Gesagte auf Flötze von geringerer Mächtigkeit bezog, bei denen der Abbaustoß vom Hangenden bis zum Liegenden reicht, müssen hier die zum Teil noch gebräuchlichen Einrichtungen des Abbaues bei den bis 9 m mächtigen ober Schlesischen Flötzen erwähnt werden, nämlich der firstenbau- und strossenbauähnliche Abbau bei der in Oberschlesien

¹⁾ Ch. Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885. S. 239.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 33. — 1858. Bd. 5. S. 114.

im allgemeinen vorwiegend gebräuchlichen Vorrichtung mit streichenden Abbaustrecken und schwebenden Pfeilerabschnitten.

Beim Firstenbau geht man mit dem Einbruche vermittelt Schießarbeit oder seltener, und zwar nur bei Vorhandensein eines geeigneten Bergemittels, mit Unterschrämen am Liegenden vor und gewinnt das übrige durch Schießarbeit, indem man etwa von Meter zu Meter Stempelreihen mit je einer Kappe und dem nötigen Verzuge am Hangenden herstellt.

Obgleich dabei die Arbeiter in sehr unbequemer und gefährlicher Weise auf hohen Fahrten stehend arbeiten müssen, so ist diese Methode dennoch die vorherrschende, weil sie noch den geringsten Holzaufwand beansprucht und die Arbeiter daran gewöhnt sind.

Beim strossenähnlichen Pfeilerbau geht man zuerst in der Firste genügend weit vor und baut die übrige Mächtigkeit in Strossenstößen ab, indem man auf denselben verlorene und allmählich gegen längeres Holz auszuwechselnde Stempel setzt.

Diese Methode bietet allerdings größere Sicherheit für die Arbeiter, weil man die Beschaffenheit des Hangenden am besten übersehen kann, auch zerschlagen sich die Kohlen nicht in dem Maße, wie beim Firstenbau, aber der Holzverbrauch ist ein so großer, daß sich diese Methode wenig Eingang verschafft hat, und überall da, wo sie in Anwendung stand, wiederum aufgegeben ist.

§ 80. Leistungen und Kosten.— Die Häuerleistung beim streichenden Pfeilerbau auf den Fettkohlengruben bei Saarbrücken stellt sich für die Gruben Dechen und König pro Schicht wie folgt:

Es werden gewonnen	Dechen t	König t
Durch Abbaustrecken	1,61 — 4,45	1,80 — 3,20
Durch Pfeilerrückbau	3,37 — 7,37	1,86 — 5,30

Werden Häuer und Schlepper zusammen genommen, so ist die Arbeiterleistung pro Schicht die nachstehende:

Es werden gewonnen	Dechen t	König t
Durch Abbaustrecken	1,43 — 2,56	1,22 — 3,65
Durch Pfeilerrückbau	2,30 — 5,50	1,30 — 4,89

Die Normalgedinge betragen pro 1 t Kohlen in Mark:

	Dudweiler	Altenwald	König
Für Abbaustrecken	1,26 — 3,00	1,80 — 3,40	1,50 — 2,80
Für Pfeilerrückbau	1,00 — 1,80	1,10 — 1,80	1,30 — 2,50

Der Pulververbrauch ist sehr schwankend; während er auf einzelnen Flötzen der Fettkohlengruben = 0 ist, beträgt er in anderen Fällen in den Abbaustrecken bis 0,75 kg, beim Pfeilerrückbau 0,20 kg, und im Mittel auf den Fettkohlengruben etwa 0,4 kg pro t. Auf den Flammkohlengruben ist der Pulververbrauch höher.

An Stempeln werden beim Abbaustreckenbetriebe und Pfeilerrückbau nur ausnahmsweise mehr als 35—50 Stück von der der Flötzmächtigkeit entsprechenden Länge pro 100 t Kohlen verbraucht.

β. Diagonaler und schwebender Pfeilerbau.

§ 81. Anwendbarkeit. — Der diagonale und schwebende Pfeilerbau wird bei flachem Flötzfallen von 18—8° angewendet, wenn es die Lage der Schlechten vorteilhaft erscheinen läßt, wenn ferner keine stärker einfallenden Teile im Flötze vorkommen und man eine größere Zahl von Angriffspunkten gewinnen, auch früher zum Abbau gelangen will, als es beim streichenden Abbau möglich ist.

Die Abbaustrecken erhalten dabei eine diagonale, bzw. schwebende Richtung, dürfen aber höchstens eine Neigung von 4° haben.

In Saarbrücken werden die Abbaustrecken mit 4,60 m Breite aus der Grundstrecke angesetzt, bei 8 m Länge aber breiter gehauen. Sind Berge vorhanden, so versetzt man sie im Niederstoße.

Die Vorteile dieser Methode sind im vorstehenden bereits genannt; ihre Nachteile bestehen im wesentlichen darin, daß sie beim Vorhandensein schlagender Wetter gefährlich, auch bei stärkerem Fallen des Flötzes nicht anwendbar ist.

§ 82. Leistungen und Kosten. — Auf der Grube Gerhard stellte sich im Jahre 1883/4 das Durchschnittsgedinge pro 1 t Kohlen beim schwebenden Pfeilerbau:

	Heinrichflötz	Beustflötz
Abbaustreckenbetrieb . . .	4,87 Mk.	4,97 Mk.
Pfeilerbau.	4,64 -	4,78 -
Im Durchschnitt.	4,76 -	4,87 -

Der Pulververbrauch stellt sich:

Auf nebenstehenden Gruben u. Flötzen	Friedrichsthal		Heinitz	Gerhard		Kohlwald	
	Metz kg	80 cm- Flötz kg	Thiele kg	Heinrich kg	Beust kg	Kallen- berg kg	Serlo kg
Beim Abbaustrek- kenbetrieb . . .	0,49	0,55	0,226	0,439	0,09	0,028	0,020
Beim Pfeilerabbau .	0,08	0,09	0,035	0,053	0,059	0,032	0,026

An Stempeln werden pro 100 t Kohlen 30 bis 75, in Mittel gegen 60 Stück verbraucht.

γ. Beispiele von Pfeilerbau.

§ 83. **Pfeilerbau in England.**¹⁾ — Der englische Steinkohlenbergbau ist mit Recht der Gegenstand allgemeiner Aufmerksamkeit der bergtechnischen Fachkreise, besonders wegen seines großen Übergewichtes in Bezug auf Produktion und wegen der geringen Selbstkosten. Die erstere übersteigt diejenige aller übrigen Länder des Erdballs zusammengenommen, die letzteren sind um 40% billiger, als durchschnittlich in Belgien und Frankreich. Außerdem beträgt die Hauerleistung 320 Tons pro Jahr und Arbeiter gegen 145 Tons in Frankreich.²⁾

Diese Überlegenheit ist begründet in der Regelmäßigkeit der Flötze, in der Festigkeit des Dachgebirges, welche den Holzverbrauch auf ein Minimum herabdrückt, in geringen Wasserzuflüssen, endlich im Reichtume der Ablagerung und in dem seltenen Vorkommen von Störungen.

Im allgemeinen ist, abgesehen von dem kombinierten Streb- und Pfeilerbau, dem Rückbau langer Strebstöße und dem reinen Strebbau auf flach fallenden Flötzen in Wales, Lancashire, Yorkshire u. s. w. auch der Pfeilerbau (working by posts and stalls, w. b. pillars and stalls) sehr verbreitet und in mancherlei Modifikationen ausgeführt, je nachdem es die Festigkeit von Kohle und Dach, das Entstehen von »creeps« durch Aufquellen des Liegenden u. s. w. mit sich bringen.

Der Abbau wird streichend, schwebend und diagonal geführt. Long work ist ein Abbau, bei welchem durch schwebende Strecken Baufelder von 110 m Länge abgeteilt, sodann aber durch streichende Abbaustrecken (boards) vorgerichtet und von der Mitte aus nach beiden Seiten abgebaut werden,³⁾ wie es auch zur Beschleunigung des Abbaues auf Ferdinandgrube bei Kattowitz in Oberschlesien geschieht.⁴⁾

Wo es die Rücksicht auf schlagende Wetter bedingt, wie in New-Castle, Staffordshire und Lancashire, geschieht die Vorrichtung und der Pfeilerabbau in einzelnen, durch Sicherheitspfeiler isolierten Baufeldern — pannels.

Will man diese Sicherheitspfeiler später noch gewinnen, so erhalten sie eine größere Breite, sonst ist ihre Stärke so groß gehalten, als es zur Isolierung der Baufelder nötig ist.

In der Regel gehen vom Schachte drei Strecken *a*, *b*, *c* aus (Fig. 309), neben denen die pannels liegen; in der mittleren gehen die frischen Wetter vor, durchstreichen in Teilströmen die pannels (compound ventilation, splitting the air, VIII. Abschn. § 113), und gehen in den beiden anderen Strecken zurück.

Innerhalb der pannels werden durch 3—4 m breite Abbaustrecken

1) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 26. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1869. S. 336. — Ponson, a. a. O. sér. II. p. 534 ff. — Burat, Cours d'expl. 1876. p. 65. — Leuschner in Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 70.

2) Burat, Cours d'exploitation des mines. Paris 1876. p. 65.

3) Ponson, a. a. O. p. 537.

4) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 39.

zunächst größere Pfeiler hergestellt. Die Dimensionen derselben sind im Flötz Hutten bei Eppleton 27,50 und 54,90 m; in Ryhope 27,4 und 36,70 m, in Allanshaw 22,85 und 30,48 m. Die Länge der Pfeiler liegt im Streichen, bei flachem Einfallen aber entweder parallel oder rechtwinklig zu den Schichten, je nachdem dieselben schwebend oder streichend sind.

Fig. 309 Pfeilerbau in England (panel works).

Die verschiedene Art des Pfeilerverhiebes wird durch die Figuren 310, 311, 312 angedeutet.¹⁾ Danach teilt man die großen Pfeiler bei weniger



Fig. 310. Pfeilerverhieb in Ryhope.

Fig. 311. Pfeilerverhieb in Haswell.

¹⁾ Expl. et régl. des mines à grison. Paris 1884. II. Angleterre. p. 435 ff.

festem Hangenden, wie in Ryhope (Fig. 310), durch Teilungstrecken in kleinere von 5,47 und 7,34 m Seite und baut dieselben in der Richtung ihrer Länge ab, oder man gewinnt, wie in Haswell mine (Fig. 311) und in Allanshaw (Fig. 312) die größeren Pfeiler ohne Teilung, indem man von den schwebenden Abbaustrecken aus in einzelnen Abschnitten, bezw. in

Fig. 312. Pfeilervertrieb in Allanshaw.

abgesetzten Stößen nach beiden Seiten hin bis zur Hälfte des Pfeilers vorgeht.

Die großen in der Festigkeit des Hangenden bedingten Streckendimensionen bewirken, daß der Häuereffekt beim Betriebe der Strecken nahezu 75% von demjenigen beim Abpfeilern beträgt.

Andererseits bedingt diese Abbaumethode einen großen Abbauverlust (über 30%) dadurch, daß die Sicherheitspfeiler meistens verloren gegeben werden müssen. Auch begünstigen die großen Räume, welche sich bei der Festigkeit des Hangenden allmählich bilden, gefährliche Ansammlungen schlagender Wetter, welche bei dem schließlich doch einmal erfolgenden Zusammenbrechen in die Grubenräume hineingetrieben werden. Endlich werden die vielen Wetterthüren und Wetterkreuzungen (cross-courses), durch welche der ein- und ausziehende Wetterstrom voneinander getrennt sind, bei Explosionen schlagender Wetter zertrümmert, die Nachschwaden verbreiten sich in Folge dessen auch in die benachbarten Abteilungen (panels), und ist damit der Zweck der Isolierung durch die panels wieder aufgehoben — Übelstände, welche allerdings zum Teil in der flachen, oft söligen Lagerung begründet sind.

§ 84. Pfeilerabbau auf Zeche Prosper in Westfalen.¹⁾ — In den mit 45—40° einfallenden Flötzen der Zeche Prosper in Westfalen wird folgende, von den bisher beschriebenen sehr abweichende Art des Pfeilerabbaues angewendet.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 47. S. 59.

Aus der Sohlenstrecke werden in etwa 25 m Entfernung nacheinander die schwebenden Strecken *I*, *II*, *III* u. s. w. (Fig. 313) als einflügelige Bremsberge mit nebenlaufendem Gegengewichte aufgeföhren. In denselben laufen je nach der Mächtigkeit konstruierte Förderwagen von 5 Scheffel ($2\frac{1}{2}$ hl) Inhalt, welche in der Sohlenstrecke in solche von 10 Scheffel (5 hl) Inhalt entleert werden (Fig. 314). Ein Bremsberg um den andern wird wegen der Wetterführung mit der Wetterstrecke durchschlägig gemacht, im übrigen bleibt der betreffende Sicherheitspfeiler unberührt und geht verloren.

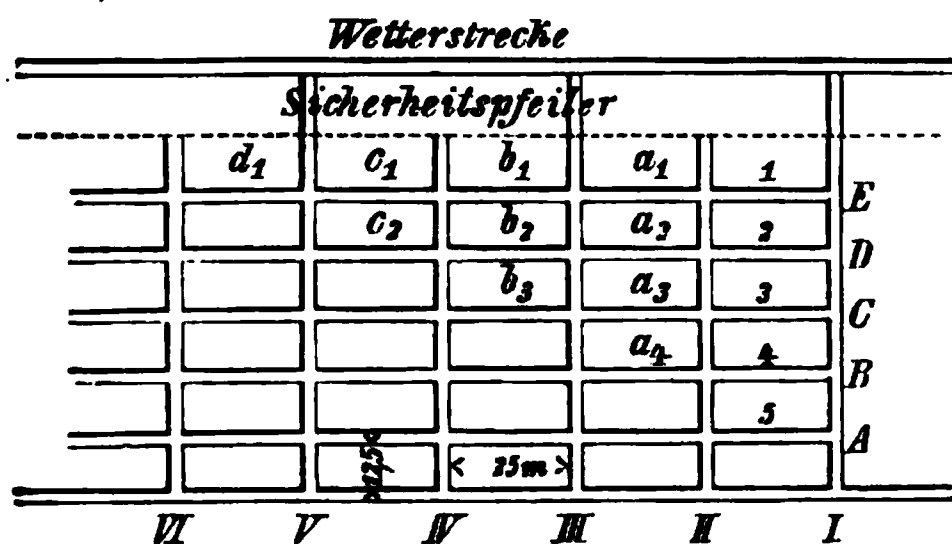


Fig. 313. Pfeilerabbau der Zeche Prosper in Westfalen.

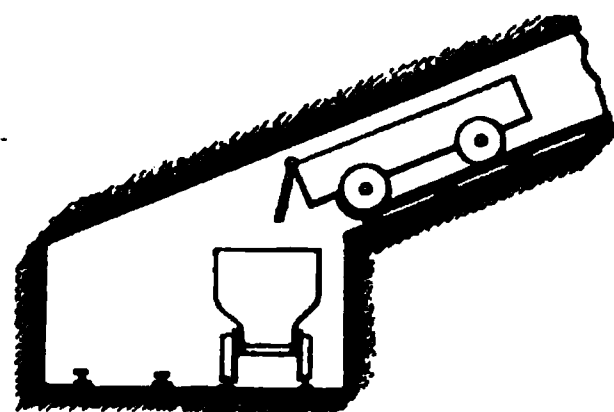


Fig. 314. Förderung beim Pfeilerabbau auf Zeche Prosper.

Ist der Bremsberg *I* 12,5 m hoch, dann beginnt man gleichzeitig die streichende Strecke *A* und den Bremsberg *II*. Nach erfolgtem Durchschlage desselben mit der Strecke *A* übernimmt er auch die Förderung aus der letzteren, während in *I* die Bremsscheibe über der inzwischen angesetzten Strecke *B* angebracht wird. In dieser Weise übernimmt jeder Bremsschacht nach und nach die Förderung aus der nächst oberen Strecke, so daß *I* bei Beginn des Abbaues die Förderung aus *E*, und *VI* diejenige aus *A* in die Sohlenstrecke schafft.

Beim Abbau, welcher mit dem Pfeiler 1 beginnt und je nach Stellung der Schlechten streichend oder schwebend geführt wird, rücken die Bremshaspel in den Bremsbergen mit dem Angriffe eines jeden Pfeilers um eine Pfeilerhöhe abwärts.

Die Pfeiler über der Sohlenstrecke werden so lange unberührt gelassen, bis diese selbst abgeworfen werden kann.

Die Wetter gehen in der Sohlenstrecke bis vor Ort und werden von da stets aufsteigend durch die Baue geführt. Die Bremsberge, mit Ausnahme des ersten, sind mit Wettergardinen verkleidet.

Die mit dieser Abbaumethode verbundenen Vorteile sind:

1. viele Angriffspunkte,
2. geringe Schlepperkosten,
3. sehr kurze Dauer der Strecken, deshalb keine Reparatur der Zimmerung, welche außerdem meist wieder gewonnen und mehrfach gebraucht werden kann.

Ein ähnlicher Abbau ist bei 6° Flötzfallen auch auf der Zeche Viktoria Matthias im Gange¹⁾, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Bremsberge in nur 12,5 m Entfernung angelegt sind.

δ. Pfeilerabbau in Kohlenflötzen mit Bergemitteln.

§ 85. **Geringe Mächtigkeit des Bergemittels.** — Beim Abbau von Flötzen, welche ein Bergemittel enthalten, kommt es hinsichtlich der Wahl der Abbaumethode in erster Linie auf die Festigkeit und Stärke des Bergemittels an.

Ist dieselbe gering, so baut man für jeden Pfeilerabschnitt die Unterbank und das Bergemittel zuerst ab, setzt die Oberbank auf Stempel und bänkt schließlich unter allmählichem Rauben der letzteren auch diese herein, oder man stellt in der Unterbank nur einen Einbruch von z. B. 4 m Tiefe her, entfernt sodann das Bergemittel und gewinnt schließlich die Oberbank.

Als Beispiel kann der Abbau des Sattelflötzes im Bismarck-Schachtfelde der Königsgrube in Oberschlesien angeführt werden.²⁾ Dort ist das nach Westen hin immer stärker werdende Bergemittel nur etwa 40 cm stark.³⁾ Da aber Ober- und Unterbank verschiedene Beschaffenheit der Kohle haben (die 5 m mächtige Unterbank besteht aus sehr guter Fettkohle, die 2—2½ m mächtige Oberbank hingegen aus Flammkohle), so baut man die Unterbank in jedem Pfeilerabschnitte zuerst ab und bänkt nachher die Oberbank herein. Bei der großen Festigkeit des Hangenden ist wenig Abbauverlust, auch sind die Stempel der Unterbank mindestens für den nächsten Pfeilerabschnitt von neuem zu gebrauchen.

§ 86. **Größere Mächtigkeit des Bergemittels.** — Ist das Bergemittel mächtig und fest, so kann man nach vier Methoden vorgehen: ⁴⁾

1. Man baut die obere Bank zuerst ab, läßt das Hangende zu Bruche gehen und nimmt nach einigen Jahren, wenn der Bruch sich gesetzt hat, die Unterbank in Angriff.⁵⁾

2. In beiden Bänken werden Vorrichtung und Abbau gleichzeitig vorgenommen, so jedoch, daß dieser in der Oberbank immer etwas voraus ist.⁶⁾

3. Die Vorrichtung findet allein in der Unterbank statt; von hier aus werden nach Durchbruch des Bergemittels in der Oberbank kurze Strecken getrieben und sofort abgebaut, während die Unterbank nachfolgt. Als Beispiel⁷⁾ werden die Flötze 44, 5 und 6 Handbank in Westfalen angeführt.

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 60.

2) Ebenda. 1883. Bd. 34. S. 42.

3) Ebenda. 1880. Bd. 28. S. 198.

4) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 569.

5) Combes, t. II. p. 230. — Ponson, a. a. O. t. II. p. 484. — Preuß. Ztschr. 1860. Bd. 8. S. 182 u. 186. — Karsten und v. Dechen, Archiv. R. I. Bd. 2. H. 2. S. 39.

6) Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8. S. 175; 1857. Bd. 4. S. 95.

7) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 570.

4. Man bringt in die zuerst abgebaute Unterbank einen dichten Bergeversatz ein und nimmt, auf diesem stehend, die Oberbank in Angriff.¹⁾ Als Beispiel neuerer Art wird die Zeche Felix bei Niemce in Polen genannt²⁾, auf welcher ein streichender Pfeilerbau im Gange ist. Die Berge werden aus der Halde genommen, damit also die Gewinnungskosten erspart, so daß pro Ctr. nur 2,9 \mathcal{R} Versatzkosten entstehen.

c. Pfeilerabbau in Braunkohlenflötzen.³⁾

§ 87. **Pfeilerabbau im Bezirke des Oberbergamtes Halle.** — Die Braunkohlenflötze der Provinz Sachsen in der Umgegend von Halle und Staßfurt zeigen eigenartige Verhältnisse, welche eine Abänderung der für Steinkohlenflötze üblichen Art des Pfeilerabbaues bedingen.

Dieselben haben zunächst ein geringes Fallen bei großer Mächtigkeit; sodann Nebengestein und Zwischenmittel, welche beide aus Sand und Thon, öfters mit Wasser getränkt, bestehen, und verschiedene Kohlsorten (Erd-, Moor-, Pechkohle und fossiles Holz).

Vom Schachte aus wird das Feld durch eine Ausrichtungsstrecke abgetrocknet; ist der Wasserzufluß bedeutend, so wird eine besondere Sumpfstrecke mitgeführt. Läßt die Kohle das Wasser nicht durch, dann entwässert man das Hangende durch Bohrlöcher oder Querschläge.

Die Vorrichtung geschieht wie in Steinkohlenflötzen, nur treibt man wegen des druckhaften Hangenden niemals viele Vorrichtungsstrecken gleichzeitig. Die streichende Vorrichtung ist vorherrschend, doch kommt auch, wenn es die Richtung der Schlechten erfordert, schwebender Abbau in Anwendung.

Der Abbau der Pfeiler unterscheidet sich von demjenigen in Flötzen mit festem Hangenden und fester Kohle wesentlich durch die sehr geringen Dimensionen der Abschnitte.

Beim streichenden Abbau treibt man in Entfernungen von 8 bis 21 m schwebende Strecken oder Abbauörter *ag* (Fig. 315), von denen aus streichende Strecken, sogen. Pfeilerörter *bd*, *ki* u. s. w. angesetzt werden. *abdf* heißt der Bruchpfeiler, *de* das Bruchort; ein Teilungsort *hc* wird getrieben, wenn man zwei Brüche untereinander setzt.

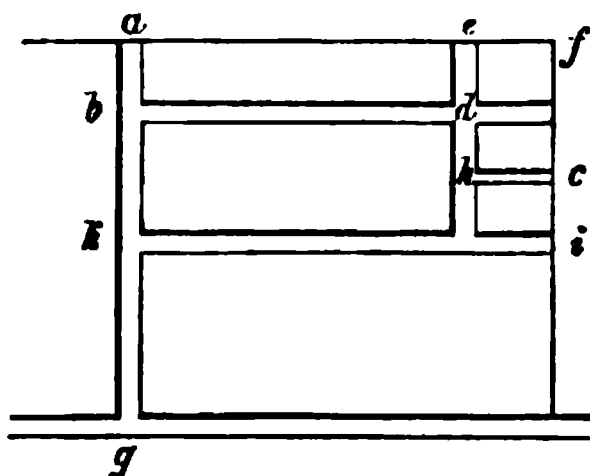


Fig. 315. Streichender Pfeilerabbau in Braunkohlenflötzen.

Die Größe der Brüche, bzw. die Seitenlänge der Pfeiler, welche sich nach dem Drucke richtet, beträgt gewöhnlich $1\frac{1}{2}$, bisweilen auch nur 1 m, auf der Grube Marie Luise

1) Ponson, a. a. O. t. I. p. 448; t. II. p. 464.

2) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 76.

3) Ebenda. 1860. Bd. 8. S. 4 u. 113; 1857. Bd. 4. S. 169. — Karsten's Archiv. 1834. Bd. 3. S. 524. (Brühler Revier.)

bei Neindorf 4 m. Man bestimmt die Seitenlänge der Pfeiler nach Feldern, d. h. nach der Entfernung zwischen je zwei Paar Thüerstöcken und hat danach Pfeilerstärken von 1, $1\frac{1}{2}$ bis 4 Feldern.

Da man jeden Pfeiler sofort nach dem Abbau zu Bruche wirft, so nennt man den letzteren auch wohl Bruchbau (vergl. § 100 bis 102); eine andere Bezeichnung ist nach der Gestalt der zum Abbau gelangenden Körper Würfelbau.

Kommen im Flötze keine Ablösungen vor, welche ein bankweises Gewinnen gestatten, so geht man im Bruchorte essenartig in die Höhe, baut am Hangenden etwas Kohle an und geht mit der übrigen Mächtigkeit schwebend bis zum alten Manne vor.

In Fig. 316 ist ein einfacher Bruch von 3 Feldern = 4,5 m Seite oder rund 20 qm Fläche dargestellt. Fig. 317 zeigt zwei untereinander liegende

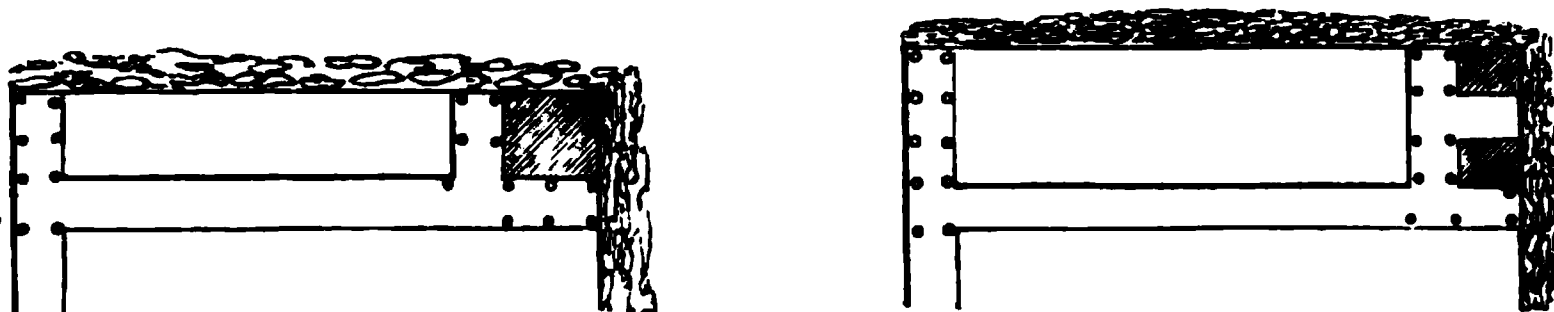


Fig. 316 und 317. Pfeilervertrieb in Braunkohlenflötzen.

Brüche mit Teilungsort und je 2 Feldern von 9 qm Fläche. In Riestädt beträgt die flache Höhe 40 m, die Entfernung der Abbauörter 30 m, die Stärke der streichenden Pfeiler 6 m. Da die letztere durch 2 m weite Örter geteilt wird, so bleibt für jeden Bruch 2 m Höhe bei 3 m Länge.

Bei der schwebenden Vorrichtung beträgt die Entfernung der Abbau-strecken gleichfalls 8 bis 20 m. Von ihnen aus wird ein- oder zweiflügelig in der durch Fig. 318 angedeuteten Weise von oben nach unten abgebaut.

Auch geht man hierbei wohl nach einer auf einzelnen oberschlesischen Gruben noch üblichen Methode vor, indem man nach dem Abbau eines jeden Abschnittes Beine stehen lässt, dieselben jedoch größer nimmt, als in Oberschlesien.

Der Abbauverlust ist bei mächtigen Flötzen mit milder Kohle und druckhaftem Hangenden oft sehr bedeutend und steigt bis 50 %. Bei vorsichtigem Berechnen des Schüttungsverhältnisses derartiger Braunkohlenflötze läßt man deshalb die Volumvermehrung der losen Kohlen (um das $1\frac{1}{2}$ fache — vergl. S. 240) außer Acht und rechnet auf 1 cbm Flötz 40 hl oder 700 kg Kohlen.

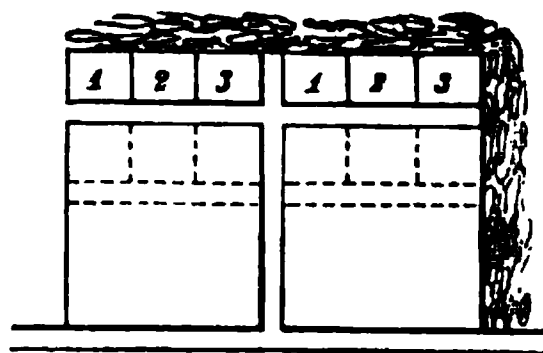


Fig. 318. Schwebende Vorrichtung zum Pfeilerabbau in Braunkohlenflötzen.

§ 88. Pfeilerabbau in Böhmen. — Das zwischen Aussig und Brück in Böhmen auftretende, sehr flach liegende Braunkohlenflötz hat eine Mächtig-

keit von 12—16 m und ebenfalls ein gebräches Dach, aber eine meistens sehr feste Kohle, weshalb auch Vorrichtung und Abbau in ganz anderer Weise geführt werden, als es vorhin beschrieben wurde. Das Flötz ist durch mehrere thonige Zwischenmittel von ca. 10—12 cm Stärke in Bänke von 1—3 m Mächtigkeit getrennt.

Gewöhnlich teilt man die unteren 2 m des bauwürdigen Flötzteiles im ganzen Grubenfelde durch 2 m breite Strecken in quadratische Pfeiler (Fig. 319), welche, zwischen zwei entsprechenden Streckenstößen gemessen, 12 Klafter (1 Klafter = 1,8967 m) Seite bekommen. Die Strecken stehen meistens ohne jeden Ausbau.

Der Abbau beginnt, wenn man nicht aus Mangel an Förderung genötigt war, schon vorher ein Feld anzugreifen, am besten in der vom Schachte am weitesten entfernten Ecke des Grubenfeldes, weil in den Abbauen sehr leicht Grubenbrand entsteht, dessen Gase selbst durch die Sicherheitspfeiler einzelner Bauabteilungen dringen können.

Zunächst weitet man in der Höhe der Strecken aus, läßt aber in der äußersten Ecke einen Sicherheitspfeiler * (Fig. 319) stehen, weil man nach vollendetem Abbau der Pfeiler an der Markscheide (1., 2., 3. u. s. w.) bei jedem Pfeiler auf zwei Seiten alten Mann hat; das Flötz würde also ohne jenen Pfeiler auf denselben Seiten gar keine Stütze haben, zumal man eine Verstempelung nicht anzuwenden pflegt, auch bei dem bankweisen Abbau ohne übermäßige Kosten nicht anwenden kann.

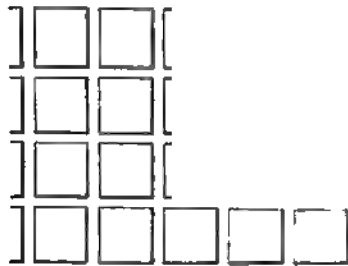


Fig. 319. Pfeilerabbau in den böhmischen Braunkohlengruben.

Ist der Sicherheitspfeiler bis auf eine durch Erfahrung festgestellte Stärke geschwächt, dann folgt, in der Regel durch das eigene Gewicht, das Hereinbrechen der untersten Bank bis zum nächst oberen, thonigen Zwischenmittel. Während die eingebrochene Kohle gefördert wird, senkt sich allmählich die nächst obere Bank, hat aber in der Regel so viel Spannung, daß sie bis zum vollständigen Räumen des Abbaues hält.

Nachdem auf diese Weise der Pfeiler bis auf die oberste Bank abgebaut und ausgefördert ist, pflegt die letztere zugleich mit dem hangenden, tertiären Deckgebirge hereinzubrechen und so den Abbau dicht zu verfüllen.

Das bevorstehende Einbrechen der einzelnen Bänke kündigt sich meistens, d. h. wenn keine sich schneidenden Schlechten das Flötz durchsetzen, durch ein knackendes Geräusch an, so daß die Arbeiter sich rechtzeitig entfernen können.

Oft erfolgt auch das Hereinbrechen nicht von selbst und ist dann in der Weise nachzuhelfen, daß man an den beiden, nicht vom alten Manne begrenzten Pfeilerseiten so hoch schlitzt, bis ein dumpfklingendes knackendes

Geräusch das baldige Hereinbrechen erwarten läßt. Auch befördert man das letztere durch Stoßen mit eisernen Spitzen, welche an langen hölzernen Stangen angebracht sind.

Im Duxer Revier begrenzt man den Bruch nach oben durch eine Strecke, welche man von einem Überhauen aus unter der abzubauenen obersten Kohlenbank an den beiden nicht durchgebrochenen Seiten des Pfeilers auffährt, oder man schlitzt zunächst auf einer, event. auf der zweiten Seite bis zu der, unter dem Hangenden anzubauenden Bank und baut stufenweise ab, wobei die Arbeiter auf loser Kohle stehen.

ζ. Pfeilerabbau mit Aufrechthaltung des Hangenden.

§ 89. **Allgemeines.** — Sobald es erforderlich ist, die Tagesoberfläche in größerer Ausdehnung als etwa bei einzelnen Gebäuden etc. (S. 244) zu schützen, z. B. wenn man unter Flußbetten, Teichen, Ortschaften oder gar unter dem Meere abbaut, so muß man das Hereinbrechen des Hangenden verhüten. Dieses geschieht entweder durch unvollständigen Abbau, indem man Pfeiler von genügender Stärke stehen läßt, oder durch sorgfältiges Versetzen der abgebauten Räume. Das letztere verdient unbedingten Vorzug, denn man hat schon recht oft die Erfahrung gemacht, daß das Opfer, welches man mit dem Verlust an Pfeilern bringt, ein vergebliches war. Im Laufe der Zeit bröckeln die Pfeiler in Folge des Gebirgsdruckes an den Rändern ab, werden dadurch immer mehr geschwächt und können schließlich die hangenden Gebirgsschichten nicht mehr aufrecht erhalten. Bei Anwendung von Bergeversatz dagegen wird der angestrebte Zweck vollkommen und mit Sicherheit erreicht, während gleichzeitig eine vollständige Gewinnung der Kohlen stattfindet.

§ 90. **Örterbau.** — Bei Örterbau bleiben die vorgerichteten Pfeiler ganz oder zum Teil stehen. Bei flachem Flötzfallen setzt man die Durchhiebe zweckmäßig so an, daß sie beiderseits auf die Mitte der meist quadratischen Pfeiler treffen (Fig. 320); man vermeidet damit eine Kreuzung der

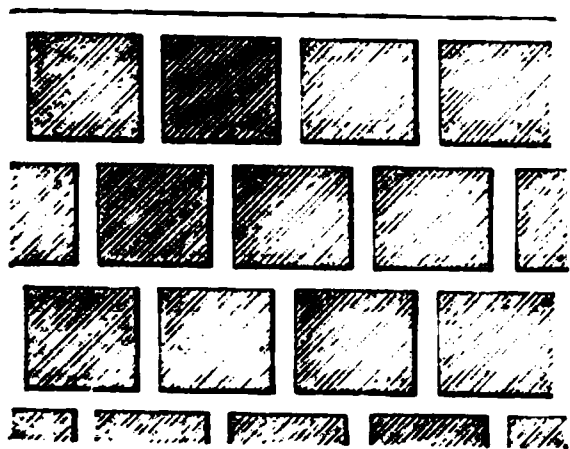


Fig. 320. Örterbau.

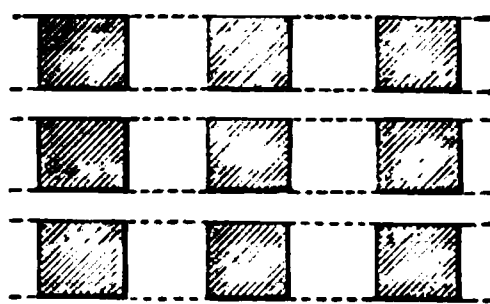


Fig. 321. Schachbrettförmiger Abbau.

Strecken, durch welche das Hangende auf größere Flächen bloßgelegt und deshalb auch starker Druck ausgeübt werden würde.

Dieser Abbau führt auch den Namen des schachbrettförmigen, besonders wenn die Abbaustrecken dieselbe Breite erhalten, wie die Pfeiler.

Bei steilerem Einfallen aber können die Pfeiler abrutschen, und muß man dieselben, um dieses zu verhüten, aufeinander stellen (Fig. 321).

Als Beispiele sind zu erwähnen: die unter der Ruhr bauenden Zechen Kunstwerk ¹⁾ und Gewalt bei Steele, sowie die Königsgrube in Oberschlesien ²⁾, ferner einzelne Gruben in Schottland ³⁾, die Clydachgrube in Süd-Wales ⁴⁾ (stall and room work), mehrere Zechen in Gartsherrie ⁵⁾ u. s. w.

§ 91. **Pfeilerabbau mit Ausmauerung oder Bergeversatz.** — Ein Ersetzen der Kohlenpfeiler durch trocken gemauerte Pfeiler ist seiner Zeit im Flötze Ölzweig der Grube Gewalt bei Steele angewendet. ⁶⁾ Dort befand sich unmittelbar über dem 1,60—1,80 m mächtigen Flötze ein wasserdichter Schieferthon von 6 m Mächtigkeit, dessen Einbrechen verhütet werden mußte, weil darüber wasserreiche Schichten lagen.

Die Anordnung der Steinpfeiler *d* (Fig. 322), welche zuletzt eine Stärke von 17—18 qm bekamen, richtete sich nach der Beschaffenheit des Daches;

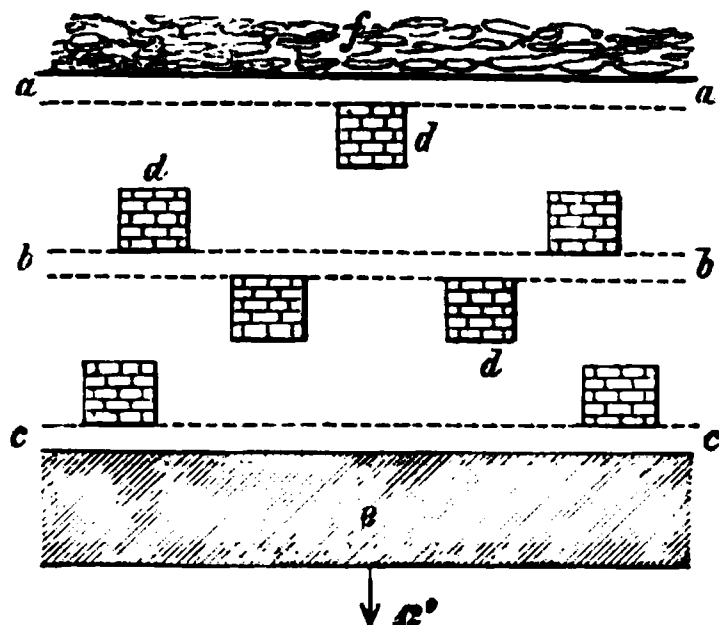


Fig. 322. Abbau mit Anwendung von Steinpfeilern.

gewöhnlich kam ein Pfeiler auf 175 qm

In Fig. 322 sind *a*, *b*, *c* Abbau-
strecken, *e* Kohlenpfeiler, *f* alter Mann.

Das Material für die Steinpfeiler lieferte das Dach in Form von großen plattenförmigen Steinen. Dieselben stürzten zum Teil als Nachfall bei der Kohlengewinnung und dem Rauben herab; genügten dieselben nicht, so wurde das Fehlende hereingeschossen.

Das Mauern selbst geschah mit großer Sorgfalt, indem man sich nicht

damit begnügte, nur vier Außenmauern herzustellen und das Innere mit losen Bergen zu verstürzen, sondern man stellte massive Pfeiler unter sorgfältigem Auszwicken der Lücken und dichtem Anschließen an das Dach her.

Bei einem Fallen über 42° gab man den Pfeilern im Liegenden einen treppenförmigen Fuß, um ein Abrutschen zu verhüten.

Ein ähnliches Verfahren wird von der Steinkohlengrube Karl Moritz bei Plötz (Provinz Sachsen) beschrieben. ⁷⁾

Auf dem Quecksilberbergwerke Almaden in Spanien ⁸⁾ werden die Materialien für das Mauerwerk von Tage aus hereingeschafft.

1) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 178—185.

2) Ebenda. 1864. Bd. 9. S. 187; 1860. Bd. 8 A. S. 179. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864. S. 273 u. 279.

3) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 19.

4) Karsten's Archiv. R. II. Bd. 6. S. 54.

5) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 33.

6) Ebenda. 1855. Bd. 2. S. 178—185.

7) Ebenda. 1860. Bd. 8 A. S. 182.

8) Ebenda. 1862. Bd. 10. S. 370.

Auf den Gruben Gräfin Laura, sowie Ver. Chassée und Fanny in Oberschlesien wird in solchen Feldesteilen, welche unter Fahrstraßen, sowie unter Gruben und Hüttenbahnen bauen, auf denen ein öffentlicher Verkehr nicht stattfindet, Pfeilerabbau mit vollständigem Schlacken- oder Bergeversatz¹⁾ angewendet. Derselbe hat sich (auf Gräfin Lauragrube schon seit 1879) in mehrfacher Beziehung als sehr vorteilhaft herausgestellt, indem man nicht allein kleine Pfeiler zu opfern braucht, sondern sogar, gegenüber dem gewöhnlichen Pfeilerabbau mit Orgelversatz, VI. Abschn. § 19, 46 \mathcal{R} für 1 t an den Selbstkosten erspart hat.²⁾

Allerdings hat dies Ergebnis lediglich lokalen Werth, weil es nur dadurch ermöglicht ist, daß die Schlacken direkt vom Hochofen durch einen flachen Schacht in die Grube geschafft werden können. Auf der benachbarten Königsgrube mußten ähnliche Versuche als unvorteilhaft aufgegeben werden, einmal wegen des weiteren Transportes der Schlacken, sodann auch wegen der Notwendigkeit des Umladens an der Hängebank.

Ebenso fielen auch frühere Versuche, den Bergeversatz auf Gräfin Lauragrube aus dem alten Manne zu gewinnen, wesentlich ungünstiger aus, als mit Schlackenversatz; bei jenem betrugen die Versatzkosten 70 \mathcal{R} , während sie sich bei diesem auf nur 53,2 \mathcal{R} für 1 t Kohlenförderung stellten.

Auch auf mehreren westfälischen Gruben³⁾, so auf Hibernia & Shamrock, Helene Amalie, Hagenbeck, Hoffnung & Sekretarius Aack und ver. Mansfeld hat man für Flötze von 25⁰ Einfallen und darüber mit Vorteil einen streichenden Pfeilerabbau mit Bergeversatz, nach Art des Stoßbaues (S. 252), eingeführt. Pfeiler von 600 m Länge und 90 m flacher Höhe werden von dem in der Mitte des Feldes angebrachten Bergebremmsberg aus nach beiden Seiten in je einem Stoße von 15 m Höhe abgebaut, wobei die Kohlen auf die darunter befindliche Strecke fallen und nach den, an den Enden des Pfeilers befindlichen Bremsbergen geschafft werden. Die in der Grube fallenden Berge gelangen auf der oberen Sohle in den Bergebremmsberg und werden in den ausgehauenen Raum gestürzt. Um den Arbeitsstoß freizuhalten, schlägt man 4—7 m von demselben entfernt eine Reihe Stempel und giebt ihnen eine Schwarten-Verschalung. Über dem Bergeversatze bleibt eine Strecke für die Förderung beim Abbau des nächst oberen Stoßes offen.

Die Kosten dieses Bergeversatzes stellen sich bei Helene Amalie auf 39,4 \mathcal{R} für 1 t Kohle. Auf Zeche Shamrock bei Herne stellten sich die genannten Kosten der Kohlengewinnung mit Bergeversatz in den Monaten Januar bis Mai 1886 um durchschnittlich 63,8 \mathcal{R} für 1 t teurer, als ohne Bergeversatz. Andererseits hat man die Vorteile einer (auf Helene Amalie um 62 \mathcal{R}) billigeren Kohlengewinnung, geringer Kohlenverluste und einfacher Wetterführung.

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 47.

2) Ebenda. 1884. Bd. 29. S. 71.

3) Ebenda. 1883. Bd. 31. S. 133; 1885. Bd. 33. S. 222; 1886. Bd. 34. S. 246.

Wo man genügenden Haldensturz hat, wie auf der Zeche Hibernia und Shamrock, wendet man Bergeversatz nur dann an, wenn es sich darum handelt, Brüche an der Tagesoberfläche zu vermeiden. Andere Zechen aber, welche viel Berge gewinnen, deren Unterbringung über Tage außerdem Schwierigkeiten macht, wie es auf Zeche Helene Amalie der Fall ist, wenden den Pfeilerabbau mit Bergeversatz in ausgedehnterem Maße an. — Auf Zeche Prinz Regent benutzt man die Berge aus der Kohlenwäsche als Bergeversatz, indem man sie in ein, im Schachte eingebautes Rohr stürzt, unten in Förderwagen ladet und in die Abbaue schafft.

§ 92. Örterbau auf Steinsalzlager. — In ganz oder nahezu söhlig liegenden Lagern treibt man in der Regel nahe am Hangenden ein System sich kreuzender Strecken, mit denen man durch Ausgewinnung der Sohle in Strossenstößen bis auf das Liegende niedergeht.

In Wilhelmsglück bei Hall am Kocher¹⁾, wo das Salzlager in der Mitte der Länge eine Mächtigkeit von $5\frac{1}{2}$ m hat und sich in der Richtung von Ost nach West bei einer Länge von 345 m nach beiden Seiten auskeilt, während man in der Richtung von Nord nach Süd bei einer Länge von 847 m das Ende noch nicht erreicht hat, sind die Strecken und die dazwischen stehen bleibenden quadratischen Pfeiler 4 m breit, so daß ein Viertel der Masse verloren geht.

In Cheshire [England²⁾], wo man $4\frac{1}{2}$ —5 m mächtige Lager abbaut, erhalten die Pfeiler 7,30 m Seite, stehen aber 23 m voneinander entfernt, so daß nur 6% der Masse verloren gehen. — Vergl. S. 256.

b. Stockwerksbau.

§ 93. Beschreibung. — Der Stockwerksbau steht (jetzt weniger als in früherer Zeit) in Stöcken und Stockwerken (Einteilung § 7) in Anwendung, deren nutzbare Substanz große Festigkeit, aber geringen Wert hat und ungleichförmig innerhalb der Lagerstätte verteilt ist. Wo sich auf billige Weise Füllberge beschaffen lassen, ist Querbau oder Firstenbau vorzuziehen.

Von einer Sohlenstrecke, oder einem Stollen aus geht man in Streckenweite in die Lagerstätte hinein. Hat man dabei eine bauwürdige Partie gefunden, so stellt man durch Schießarbeit (früher durch Feuer setzen) eine Weite her, deren Dimensionen aber nicht über 15 bis 16 m betragen soll.

Aus dieser Weite geht man in beliebiger, oder durch Erzführung angegebener Richtung in derselben Sohle weiter und etabliert an der nächsten bauwürdigen Stelle eine neue Weite u. s. w., natürlich unter Belassung von genügenden Sicherheitspfeilern (Fig. 323).

Die Weiten und Pfeiler der verschiedenen Sohlen stellt man übereinander, damit die auf die Dauer nie ausbleibenden Brüche keine zu großen

1) Preuß. Zeitschr. 1857. Bd. 4. S. 238.

2) Ebenda. 1858. Bd. 6. S. 76.

Dimensionen annehmen können. Der Abstand der Sohlen wird zu 20 bis 24 m bemessen, es bleiben also zwischen den Weiten immer noch Mittel von 4 bis 5 m.

Als Beispiele sind das Zinnstockwerk in Altenberg im sächsischen Erzgebirge und die Eisensteinstöcke in Schweden zu nennen.



Fig. 323. Stockwerkbau.

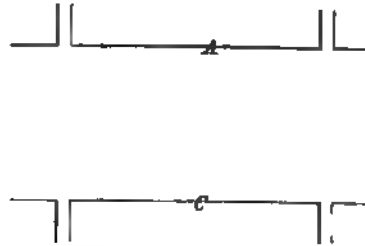


Fig. 324. Weitungsbaue von unten nach oben.

c. Weitungsbaue ohne Bergeversatz.

§ 94. **Weitungsbaue von unten nach oben.** — Der eigentliche Weitungsbaue (Kammerbaue) ist ohne Bergeversatz; er wird in Lagerstätten von durchgehender Bauwürdigkeit und fester Beschaffenheit der Ausfüllung angewendet (z. B. in Steinsalz- und Kieslagerstätten).

Abgesehen von dem bereits im § 68 besprochenen Weitungsbaue mit Bergeversatz lassen sich zwei anderweitige Arten unterscheiden.

Für die erste bietet Felsöbánya in Ungarn ein Beispiel¹⁾, wo man einen, einige Centimeter bis 20 m mächtigen, aus Quarz, Hornstein, Schwespat mit Bleiglanz und goldhaltigen Kiesen gleichmäßig ausgefüllten, aber durchweg armen Gang baut.

Beim Abbau schwacher Gangtrümmer verfährt man in folgender Weise:

Von einer oberen Sohle *A* (Fig. 324) aus teuft man 2 Schächte *B* in 34—105 m Entfernung 24 m tief ab und verbindet sie durch die streichende, am Hangenden getriebene Strecke *C*. Von dieser aus geht man mit Querschlägen zum Liegenden und bricht von ihnen aus in die Höhe, indem man so viel Erz in der Weite liegen läßt, daß man auf demselben stehend bequem arbeiten kann; das überschüssige Erz wird durch Rollen *D* abgestürzt. Ist man bis 1½ m unter die obere Sohle gelangt, dann läßt man dieses Mittel als Sicherheitspfeiler stehen, fördert die Erze vollständig aus und stellt damit große freie Räume her, welche später zu Brüche gehen.

§ 95. **Säulen- oder Ulmenbau.** — Bei voller Gangmächtigkeit wendet man in Felsöbánya neuerdings mehr den Säulen- oder Ulmenbau an. Am Hangenden treibt man die streichenden Strecken *a* und *b*, siehe Fig. 325.

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 591. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1861. S. 82.

Nachdem über der oberen Sohle abgebaut ist, geht man von *b* aus mit Querörtern *c* bis zum Liegenden und setzt in diesen in gewissen Abständen Überbrechen *d* an; sobald dieselben einen Firstenpfeiler *e* von 2—4 m Stärke

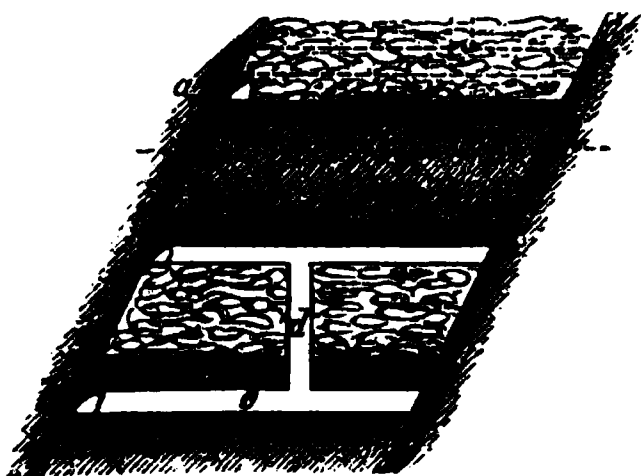


Fig. 325. Säulen- oder Ulmenbau.

durchbrochen haben, folgt der Abbau und das schließliche Ausfördern der Erze ganz in vorhin beschriebener Weise, nur mit dem Unterschiede, daß man mit Stößen, deren Breite der ganzen Mächtigkeit des Ganges entspricht, streichend abbaut. Förderrollen, welche in die Querörter *c* münden, werden auf beiden Seiten der Stöße nachgeführt.

Unter dem oberen alten Manne bleibt auch hierbei ein Sicherheitspfeiler stehen.

Auch die Herstellung unterirdischer Maschinenräume, sowie der Betrieb von Bergemühlen, Seite 250, 256, erfolgt mit dieser Art von Weitungsbau.

§ 96. **Weitungsbau von oben nach unten.** — Die zweite Art des Weitungsbaues unterscheidet sich von der ersten dadurch, daß man mit ansteigenden Strecken bis zum oberen Ende der Weite vorgeht und nun von oben nach unten abbaut. Selbstverständlich setzt dieses Verfahren eine noch größere Haltbarkeit der Lagerstättenausfüllung voraus, als die vorhin beschriebenen Methoden, damit nicht ein Einbrechen vor vollendetem Abbau eintritt.

Ein solcher Abbau fand in den im Hangenden des Steinsalzlagers von Wieliczka vorkommenden Grünsalzkörpern (Putzen und Stöcken) statt, deren Größe bis zu vielen Kubikmetern steigt.¹⁾ Die durch den Abbau dieser Körper entstandenen Kammern (Weiten) sind in Folge dessen sehr groß, so hat beispielsweise die Drosdowicer Kammer, welche noch nicht einmal zu den größten gehört, nach Hrdina Dimensionen von 33 m Länge, 25 m Breite und 35 m Höhe.

In dem unter dem Grünsalze liegenden, mehr flötzartig vorkommenden, muldenförmige Parteen bildenden Spizasalze und in dem zu unterst befindlichen Szybicker Salze wird Örtterbau getrieben.²⁾

Hierher gehört auch der Kammerbau in der Marmorosch und in Siebenbürgen.³⁾ Das Lager ist bis 446 m und mehr mächtig und geht fast bis zu Tage aus oder ist von einer 6—63 m mächtigen Decke von Salzthon und Sandstein überlagert.

In älterer Zeit wendete man Glockenbau an. Man ging mit einem

1) Zeuschner, Neues Jahrbuch von Leonhardt und Bronn. Jahrgang 1844. S. 543. — Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Salinen. S. 183. — B.- u. H. Jahrb. der k. k. Montanlehranstalten zu Leoben und Püribram. Wien 1867. Bd. 6. S. 150.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1869. S. 133.

3) Karsten's Salinenkunde. Bd. 1. S. 504. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1874. Nr. 27.

Schachte durch das Deckgebirge hindurch bis einige Meter in das Steinsalz hinein und stellte durch Abbau von oben nach unten eine Glocke (Kammer, Weite) bis zu 47 m Weite und 125—167 m Tiefe her; in der Mitte der Glocke hing die Fahrt frei herab.

Der Kammerbau unterscheidet sich von dem Glockenbau hauptsächlich dadurch, daß man die Kammern nicht rund, sondern parallelepipedisch mit senkrechten Wänden herstellt.

d. Andere Abbaumethoden.

§ 97. **Tummelbau.**¹⁾ — Der Tummelbau war früher in den Braunkohlenflötzen am Rhein in Gebrauch, ist aber durch Verordnung des königlichen Oberbergamts zu Bonn vom 9. April 1866 untersagt, weil er sehr gefährlich für das Leben und die Gesundheit der Arbeiter und außerdem sehr unwirtschaftlich war. Er wurde im allgemeinen so geführt, daß man von einer streichenden Hauptstrecke aus Querörter trieb und in diesen am hinteren Ende beginnend, durch kreis- und bogenförmiges Aushauen der Firste und der Wangen abbaute. Die dabei entstehenden Räume von etwa 6 m Weite hießen Tummel. Zwischen zwei Tummeln blieb ein Pfeiler von 0,60 bis 2 m stehen. Der Abbauverlust betrug 44—60%.

§ 98. **Duckelbau.** — Dem vorigen ähnlich, auch in Bezug auf Unwirtschaftlichkeit, ist der Duckelbau, welcher auf dem der Bergpolizeibehörde nicht unterstehenden Raseneisensteinbergbau in der Nähe von Beuthen (Oberschlesien) noch bis in die neueste Zeit in Gebrauch war.

Man teufte durch das Deckgebirge enge Schächte (Duckeln) bis in den Eisenstein ab, weitete um den Schacht herum so lange aus, bis derselbe zu Bruche zu gehen drohte, teufte dann in etwa 20 m Entfernung eine neue Duckel ab, verfuhr dort ebenso u. s. w.

In gleicher Weise erfolgt zum großen Teil noch heute die Gewinnung von Erdwachs (Ozokerit) in Boryslaw, Ostgalizien.

§ 99. **Abbau von Butzen.** — Der Abbau von Butzen (Einleit., § 7), gewöhnlich Hohlraumausfüllungen oder Ausscheidungen von Eisenstein, Bleiglanz u. s. w. in unregelmäßiger Form, war u. a. im Iberge bei Grund am Harz zur Gewinnung von Spath- und Brauneisenstein in Anwendung.

Von dem tiefen Magdeburger Stollen aus suchte man die Butzen auf, untersuchte mit Örtern deren Mächtigkeit und baute firstenartig ab, indem man etwa mitbrechendes taubes Gestein, oder auch einstweilen Erz, wie beim Weitungsbau, in der Sohle liegen ließ und firstenartig in die Höhe brach.

Trifft man in solchen Fällen bei weiteren Untersuchungen eine Butze am oberen Ende an, dann bringt man ein Absinken nieder, untersucht auf

1) v. Dechen u. Karsten's Archiv. 1831. Bd. 3. S. 526.

der Sohle gleichfalls die Mächtigkeit der Butze und baut unter Belassung eines Sicherheitspfeilers für das Absinken von der Peripherie nach der Mitte hin und darauf gleichfalls firstenartig ab, oder man macht sich mit einer tieferen Sohle durchschlägig und geht bei genügend festem Nebengesteine strossenartig vor.

Gehen die Butzen bis zu Tage, dann wird der Abbau zu Pingenbau (§ 117).

§ 100. **Bruchbau.** — Der Bruchbau bewegt sich entweder in Massen von noch einiger Festigkeit, welche teils durchörtert, teils durch Zusammenbrechen der stehen gebliebenen Pfeiler gewonnen werden — Etagenbruchbau, — oder in ganz rolligen Massen — eigentlicher Bruchbau.

§ 101. **Etagenbruchbau.** — Der Etagenbruchbau ist eine veraltete Abbaumethode, welche man an einzelnen Punkten nur noch deshalb anwendet, weil sie von früheren Zeiten her einmal vorgerichtet ist. Derselbe findet auf mächtigen, steil aufgerichteten Stöcken und Lagern statt, deren Ausfüllung nicht so viel Festigkeit hat, um große Weitungen zu gestatten.

Auf dem Stahlberge bei Müsen¹⁾ werden auf der Sohle von 10 m hohen Abschnitten mehrere sogen. Etagenörter von 5 m Höhe streichend aufgeföhren, so daß sowohl zwischen ihnen, als auch über ihnen, Pfeiler stehen bleiben. Diese Strecken werden durch Querörter verbunden, so daß Kreuzgewölbe entstehen.

Nach Vollendung dieser Vorrichtung werden die Pfeiler in derselben Sohle, sowie diejenigen über den Vorrichtungsstrecken — die Schweben — »dünn geschossen«, worauf schließlich der Zusammenbruch der Pfeilerreste unter gleichzeitigem Hereinrollen der oberen Berge erfolgt. Aus dem Bruch sucht man so viel Erze als möglich (Spatheisenstein) herauszuholen.

Bei geringerer Mächtigkeit der Trümmer, in welche sich der Stock nach Westen teilt, treibt man nur eine streichende Strecke, hat also demnächst lediglich die Schwebe zu schwächen und zum Hereinbrechen zu bringen.

Nach dem Abbau der einen Etage folgt die nächst untere.

Im Tiefbau baut man den Stock durch Querbau, die schwächeren Trümmer durch Firstenbau ab.

Andere Beispiele von Etagenbruchbau kommen bei der Gewinnung von Alaunschiefer im Maasthale²⁾ und von Anthrazit in La Mure³⁾ vor.

§ 102. **Eigentlicher Bruchbau.** — Der eigentliche Bruchbau kommt lediglich in Massen vor, welche entweder durch natürliche Ursachen stark zerklüftet sind, sich sonst aber noch in ihrem ursprünglichen Zustande be-

1) Preuß. Ztschr. 1863. Bd. 11. S. 84—85.

2) Combes, a. a. O. II. pag. 285.

3) Ebenda, p. 239. — Annales des mines, sér. III, tome IX. p. 427; sér. VII, tome IV. p. 63.

finden — stehender Bruch, — oder durch vorhergegangenen Abbau (meist Stockwerks- oder Weitungsbau) die Eigenschaft rolliger Gebirgsarten erhalten haben — lebendiger Bruch.

Gewöhnlich geht man vom festen Gebirge aus mit einem Bruchorte oder Suchorte in die gebrochenen Massen hinein und gewinnt von ihnen so viel, als in das Suchort von selbst hineinrollt. Hört dieses auf, so treibt man das Suchort als Schubort mit Getriebearbeit weiter und verfährt wie vorhin, muß dann aber darauf sehen, daß sich besonders oberhalb der Zimmerung keine Hohlräume bilden.

§ 103. **Stoppelbau und Kuttbau.**¹⁾ — Stoppelbau ist ein Bruchbau in alten Steinkohlenpfeilern, Kuttbau ein ähnlicher Abbau, welcher im sächsischen Obergebirge, außer in Eisensteingängen, in zersetztem, mit Eisensteinknoten durchzogenem Granit geführt wird.

§ 104. **Sinkwerksbau.**²⁾ — Der Sinkwerksbau ist diejenige Abbau-methode, bei welcher das Steinsalz aus unreinen Lagerstätten oder Teilen derselben durch Auslaugen mit Wasser gewonnen und über Tage versotten wird.

In Süddeutschland und Österreich findet der Sinkwerksbau im sogen. »Haselgebirge« statt, ein Gemenge von Thon, Gips, Anhydrit und Kochsalz, welches vom »Stockscheider« (Salzthon und Gips) umgeben und durch diesen gegen das Eindringen süßer Wasser geschützt ist.

Der Auslaugeprozeß findet in den unterirdischen Räumen, den Werken oder Sinkwerken, statt, welche an ihrer Sohle mit einem zum Abzapfen der gesättigten Sole eingerichteten Damme oder Wehre geschlossen sind und denen von oben her süßes Wasser zugeführt wird.³⁾

Die auf der Sohle des Werkes sich ablagernde unlösliche Masse, der Laist, wird um so feiner, plastischer und wasserdichter, je langsamer der Angriff des Wassers ist.

Die Seitenbegrenzungen des Werkes heißen Ulmen, die Decke Himmel oder Werkshimmel. Die Auslaugung des Gebirges heißt Versiedung.

§ 105. **Einleitung des Betriebes.**⁴⁾ — Die Lagerstätte wird durch einen oberen und einen unteren Stollen (Hauptschachtricht) aufgeschlossen (veröffnet). Der Raum zwischen beiden heißt ein Berg, der Sohlenabstand Bergdicke.

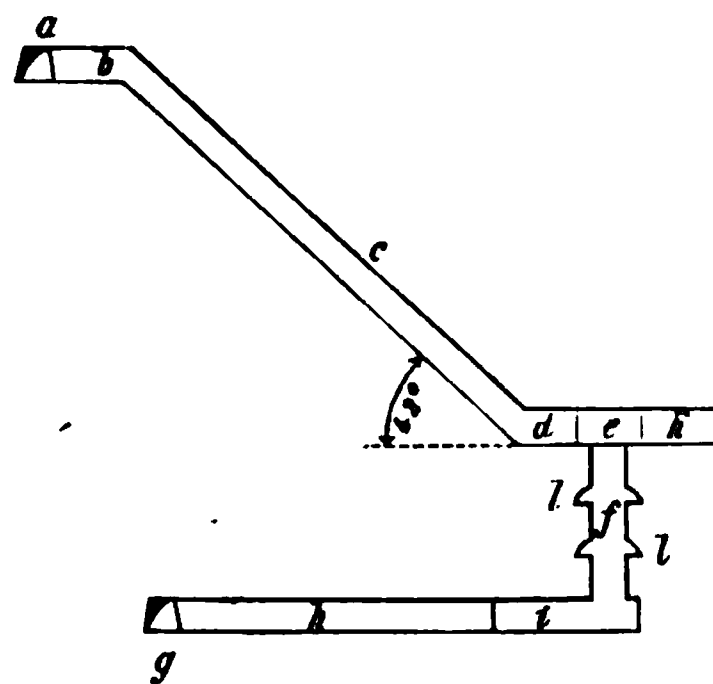


Fig. 326. Vorrichtung zum Sinkwerksbau.

1) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 611.

2) Theorie des Sinkwerkbaues in Villefosse, Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. II. S. 404. — Karsten, Salinenkunde. II. S. 407. — Karsten's Archiv. Bd. XV. R. I. S. 425. — Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 2.

3) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 2.

4) Ebenda. 1857. Bd. 4. S. 33.

Von der oberen Schachtricht *a* (Fig. 326) wird das Ebenschürfl *b* und der Ankehrschurf *c* getrieben; der letztere ist mit Treppen versehen und dient zum Einführen des süßen Wassers, welches vom Fuße des Ankehrschurfes durch den Wehr- oder Püttenoffen *d*, von da um den Püttenschacht *f* herum, durch die Hornstatt *e* und den Hauptpüttenoffen *k* in das Werk gelangt.

g ist die untere Schachtricht, der man in neuerer Zeit nicht über 1:100 Ansteigen giebt, *h* ein Ablaßoffen, *i* das Füllort oder die Faßstatt, *l* sind Wehrkränze.¹⁾

§ 106. Wehre.²⁾ — Man unterscheidet stehende (Rollwehre oder Grubenwehre) und liegende Wehre (Dammwehre, dürrenberg und berchtesgadener Wehre). Das Material zu den Wehren liefert der aus dem Werke ausgeschlagene Thon oder Laist, auch nimmt man wohl gewöhnlichen Letten, welcher aber mit gesättigter Sole angefeuchtet werden muß, da erfahrungsmäßig mit süßem Wasser gemengter Letten der Sole nicht widersteht.

Bis zum Ende des 16. Jahrhunderts wurde die Sole über den Damm hinweg mit Eimern oder Pumpen geschöpft (Schöpfwerke), seitdem legt man in die Wehre Röhren, welche mit Hahnverschluß versehen sind (Ablaßwerke).

Während die übrigen Wehre das Werk verschließen, so daß man nur durch den Ankehrschurf in dasselbe gelangen kann, gestattet das dürrenberg oder halleiner Wehr einen dauernden Zugang und wird allmählich mit dem Aufsieden erhöht, derart, daß es immer etwas höher als der Himmel des Werkes ist.

In den Figuren 327 u. 328³⁾ ist *c* der Ankehrschurf, *a* die untere Strecke, von welcher aus das Werk »veröffnet« ist, *d* eine Säuberrolle, *f* ein Abseih-

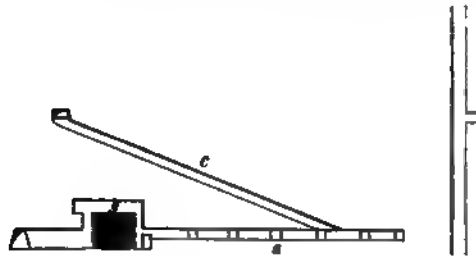


Fig. 327 u. 328. Sinkwerksbau.

kasten, aus welchem die Ablaßrohre durch den Damm *e* gehen, dieman aber mit dem Aufsteigen des letzteren und des Werkes immer höher legen kann. Durch den Raum *g* gelangt man in das Werk.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 2. S. 11.

²⁾ Ebenda. 1855. Bd. 2. S. 8 bis 24. — Der süddeutsche Salzbergbau von Müller im Jahrb. der Leobener Montanlehranstalt. Bd. III.

³⁾ Serio, a. a. O. 1884. I. S. 614.

§ 107. **Veröffnung der Sinkwerke.** — Die »Veröffnung« oder eigentliche Vorrichtung des Sinkwerks geschieht durch Strecken (*a* in Fig. 327 u. 328) von der unteren Sohle aus, und zwar entweder durch ein System sich kreuzender Strecken, oder nach v. Schwind's Vorschlage¹⁾ nur durch Parallelstrecken (Langwerksbetrieb), wodurch dem süßen Wasser möglichst viel Angriffspunkte geboten werden.

§ 108. **Versiedung.** — Die Versiedung, d. h. das Auslaugen des Salzes, geschah früher ausschließlich unter abwechselndem Füllen (Verwässern) und Entleeren (Ableeren) nach erfolgter Sättigung.

Nach dem Vorschlage von v. Reithberg hatte man sodann zu Aussee eine kontinuierliche Wässerung und Ableerung eingeführt²⁾, welche die unerwünschte Ulmenerweiterung und damit ein zu frühes Hereinbrechen des Himmels verhindern sollte.

Da sich diese Methode aber in den meisten Fällen nicht bewährt hat³⁾, so schlug v. Schwind vor, die ganze Werkshöhe in zwei Etagen auszulaugen⁴⁾.

Über die Versiedung hat v. Schwind eingehende Beobachtungen angestellt und veröffentlicht.⁵⁾ Aigner will zur Beschleunigung des Verfahrens die Anreicherung bis etwa 15 und 16⁰/₀ Salzgehalt nur in ärmeren Werken, die letzte Sättigung aber in tieferen, reicheren Werken bewirken.

Vor einiger Zeit hat man auch versucht, das Salz trocken abzubauen und die geförderte Masse künstlich auszulaugen.⁶⁾

Die normale Entfernung zwischen Sohle und Himmel ist etwa 2 bis 2¹/₄ m, die sich allmählich auf 70 m steigende Weite der Werke in Ischl beträgt anfänglich 32—40 m. Je zwei Werke liegen 60 m auseinander.

B. Tagebau.

Kapitel VII.

Oberflächlicher Tagebau.

§ 109. **Allgemeines.** — Tagebaue sind solche in der Erdoberfläche zur Gewinnung nutzbarer Fossilien hergestellte Räume, welche keine Firste, sondern den freien Himmel über sich haben; sie werden zum Abbau solcher Lagerstätten angewendet, welche mit so wenig Gebirge überdeckt

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1863. S. 154.

2) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 25—25; 1857. Bd. 4. S. 64—67.

3) Aigner, Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 291. — B.- u. H. Jahrb. der k. k. Montanlehranstalten. Bd. 22. S. 18 u. 134.

4) Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 129.

5) Ebenda. 1870. S. 84, 144, 195, 241, 281.

6) Ebenda. 1868. S. 25, 97.

sind, daß dessen Entfernung vorteilhafter ist, als unterirdischer Abbau oder Grubenbau.¹⁾

Liegen die Lagerstätten ganz oder beinahe an der Tagesoberfläche, wie Torf, Raseneisenstein, die meisten Seifen u. s. w., so nennt man die Tagebaue Gräbereien bzw. Seifenwerke. Haben die Lagerstätten dagegen ein mächtigeres Deckgebirge, so nennt man den Tagebau Aufdeckerarbeit, handelt es sich um die Gewinnung von Steinarten (Marmor, Schiefer, Sandstein u. s. w.), so sind es Steinbrüche.

Von diesen Tagebauen sind diejenigen zu unterscheiden, welche zum Abbau stockförmiger, zu Tage ausgehender und steil einfallender Lagerstätten, von Butzen u. s. w. getrieben werden. Befindet sich das Ausgehende derselben in flacher Ebene, so entsteht der Pingenbau (§ 117); ist aber der Abbau von einer Thalsole aus in das Berggehänge hinein möglich, so entsteht ein steinbruchähnlicher Betrieb.

§ 110. **Gräbereien.** — Die Gewinnung von Raseneisenstein geschieht, wenn eine Wiedererzeugung stattfinden soll (was nach etwa 40 bis 50 Jahren der Fall ist), entweder unter Wasser, oder man entwässert und staut später das Wasser wieder auf.

Findet dieselbe Rücksicht bei der Torfgewinnung²⁾ statt, so erfolgt dieselbe durch Ausfischen mit sackartigen Vorrichtungen, worauf der Torf in Formen gestrichen wird. Soll sich der Torf nicht wieder erzeugen und kann man das Wasser entfernen, so wird dies durch ein System von Gräben ermöglicht, worauf der Torf entweder durch Stechen mit einer Schippe (Spaten, Grabscheit), oder durch Grabenpflüge, welche durch eine Lokomobile hin und her gezogen werden, gewonnen wird³⁾.

§ 111. **Seifenwerke.** — Seifen werden meistens mit Hilfe von Wasser gewonnen, welches zu diesem Zweck gefaßt und — in Californien mit bedeutendem Druck, s. Seite 213⁴⁾, — zum Unterschrämen, zum Abspülen und Waschen gewonnener Massen oder zur Gewinnung selbst benutzt wird, indem man die Wasser aufstaut, mit Gräben in die Seifen hineinführt und den tauben Sand fortschwemmen läßt.

Im goldhaltigen alluvialen Boden auf Borneo⁵⁾ wird eine Anzahl weiter Löcher gegraben und in diese das Wasser eines Teiches geleitet, den man vorher hierzu gebildet hat. Das Wasser führt den leichteren Thon fort, der Rückstand wird in den kleinen Holztrögen (Sichertrögen) verwaschen.

1) Das französische Berggesetz vom 24. April 1810 unterscheidet: mines (Gruben), minières (Gräbereien) und carrières (Steinbrüche), von denen die beiden letzteren Tagebaue sind.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1839. S. 7. — Berggeist. 1860. S. 558. — Jahrb. der k. k. Montanlehranstalten. 1862. Bd. 11. S. 19.

3) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 620.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1860. S. 120.

5) Ebenda. 1863. S. 286.

Kapitel VIII.

Aufdeckarbeit.

§ 112. **Kuhlenbau.** — Der Kuhlenbau wird auf Braunkohlenlagern bei Bonn (linke Rheinseite) angewendet. Diese haben zum Liegenden einen wasserdichten Thon, zum Hangenden Kiesgerölle mit Sand und Lehm von 2 bis 8 m Mächtigkeit, ihre Lage ist fast söhlilig.

Der Betrieb wird seit 1816 auf Grund polizeilicher Anordnung in der Weise geführt, daß die Kuhlen *A*, *B*, *C* u. s. w. (Fig. 329 u. 330), welche eine Weite von 4—5 m und eine Tiefe von 9—12 m haben, mit senkrechten Stößen niedergebracht werden, während der Abraum im Obergebirge eine Böschung von 45° erhält und gegen den oberen Rand der Kuhle im Flötz eine »Berme« *b* von 1 m Breite frei bleiben muß. Die Förderung geschieht mit Haspeln.



Fig. 329 u. 330. Kuhlenbau.

Ist eine Kuhle abgebaut, so etabliert man dicht daneben eine neue, indem man das Deckgebirge in die erstere hineinstürzt und einen Pfeiler (Kuhlenwand) *D*, *E* u. s. w. je nach der Tiefe der Kuhle von 1—2 m Stärke stehen läßt.

Der Abbauverlust beträgt 32—54 % und steigt noch höher, wenn man nicht bis auf den natürlichen Wasserspiegel hinabkommen kann. Aus diesem Grunde ist man bemüht, an Stelle des Kuhlenbaues einen wirklichen Tagebau anzulegen.

§ 113. **Aufdeckarbeit von größerer Ausdehnung.** — Die eigentliche Aufdeckarbeit ist an keine vorgeschriebenen Maße in Bezug auf die Größe im Grundrisse gebunden und zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß der Abbau ein vollständiger ist. Sie findet Anwendung bei Lagerstätten aller Art, so u. a. bei Steinkohlenflötzen in Südwales und bei Dombrowa in Russisch-Polen, auf Braunkohlenflötzen bei Nachterstedt zwischen Halberstadt und Aschersleben, am Rhein und bei Dux in Böhmen; auf Eisenstein am Hüggel bei Georgs-Marienhütte, ferner bei Groß-Döhren und Ohley am Nordrande des Harzes und bei Bülten und Adenstedt in der Provinz Hannover (Ilseder Hütte), auf Bleierz am Bleiberge bei Commern¹⁾, auf

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8A. S. 180; 1866. Bd. 14. S. 172.

Galmei früher bei Scharley in Oberschlesien, auf Traß im Brohlthale bei Andernach, auf Zinkblende in Ämmeberg [Schweden]¹⁾ u. s. w.

Die Frage, bei welcher Mächtigkeit des Deckgebirges der Tagebau noch rentabel ist, läßt sich mit bestimmten Zahlen nicht beantworten, es ist vielmehr in jedem einzelnen Falle durch Rechnung zu ermitteln, ob das Fortschaffen des Deckgebirges (das Aufdecken oder Abkummern) oder unterirdischer Abbau vorteilhafter ist. Dabei kommen hauptsächlich in Betracht einerseits die Gewinnbarkeit des Deckgebirges, die Kosten für den Transport desselben und der Wert des zu gewinnenden Fossiles, andererseits die Kosten des Ausbaues, sowie des Abbaues bei unterirdischem Betriebe. Beim sächsischen Braunkohlenbergbau hält man den Tagebau noch für zweckmäßig, wenn sich die Mächtigkeit der Kohle zu der des Deckgebirges wie 4 : 3 verhält.

Ähnlich ist es in dem Eisensteinbergbau der Ilseder Hütte²⁾, wo man mit dem Aufdecken so lange fortzufahren gedenkt, bis über dem 40 m hohen Abbaustoße das Deckgebirge eine Mächtigkeit von 20 m erreicht haben wird.

§ 114. Vorteile und Nachteile der Aufdeckarbeit. — Die Vorteile der Aufdeckarbeit sind folgende:

1. Die Gewinnung ist eine reine und vollständige.
2. Man erspart jeden Ausbau.
3. Die Kosten der Gewinnung sind wegen größerer Gewinnbarkeit geringer als beim unterirdischen Betriebe.
4. Leichte Beaufsichtigung.

Dagegen die Nachteile:

1. Bewegung größerer Massen wegen der Notwendigkeit, den Abraum fortzuschaffen.
2. Die Arbeiter sind den Unbilden der Witterung ausgesetzt.

§ 115. Allgemeine Regeln für Anlage und Betrieb eines Tagebaues. — Beim Eröffnen eines Tagebaues muß der erste Abraum an eine Stelle gebracht werden, wo er keine bauwürdigen Teile der Lagerstätte bedeckt. Späterhin kommt der Abraum immer an die abgebauten Stellen und rückt somit dem Abbau nach.

Der Transport muß um so billiger eingerichtet werden, je größer die zu fördernden Massen sind. Bei Bülten und Adenstedt liegt auf dem abgekummerten Eisensteine und dicht vor dem Abraumstoße eine Schienenbahn; das Deckgebirge fällt direkt in die untergestellten Wagen, welche durch kleine Lokomotiven zunächst den Abraumstoß entlang und darauf in einer Kurve auf die dem letzteren gegenüber liegende Halde geschafft werden.

Sobald der Abraumstoß über 40 m hoch wird, soll er in zwei Stöße geteilt werden und das Deckgebirge von jedem derselben mit Lokomotivbahnen transportiert werden.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 429.

2) Bergwerksfreund. Neue Folge. Bd. 4. Lief. 2.

Als Fördergefäße wendet man des schnellen Ausladens wegen am besten Kippwagen an. Bei kleineren Betrieben genügt Pferde- und Menschenförderung.

Sobald das Aufdecken hinreichend weit fortgeschritten ist, beginnt der Abbau, welcher bei mächtigen Lagerstätten gleichfalls in abgesetzten Stößen, also strossenmäßig zu führen ist, einmal, um die Zahl der freien Flächen und die Angriffspunkte zu vermehren, und außerdem, um den Arbeitern eine sichere und bequeme Stellung zu verschaffen.

Die Richtung der Stöße muß rechtwinklig zu etwa vorhandenen regelmäßigen Schlechten sein.

Die Böschung der Stöße wird bemessen

bei trockenem Sand zu	35°
- grobem Gerölle oder Kies zu	40—60°
- zerklüftetem, lockerem Thon zu	40—70°
- zähem, unzerklüftetem Thon zu	80°

§ 116. **Wasserhaltung und Förderung.** — Wo es irgend angeht, wird man bei Tagebauen die Wasserlösung durch einen am tiefsten Punkte einkommenden Stollen bewirken. Bei kleineren Tagebauen, welche am Bergabhänge liegen und in demselben vertieft werden, kann man häufig mit Vorteil auch Heber (VII. Abschn., § 109) anwenden, besonders wenn sich nur zeitweilig Wasser ansammelt. Bei größeren Betrieben und allen solchen, welche in ebenem Gebirge angelegt sind, müssen Wasserhaltungsschächte angelegt und durch Sumpfstrecken mit dem Tagebau verbunden werden (Hüggel bei Osnabrück, Bülten und Adenstedt bei Peine, Tagebau auf Braunkohlen bei Nachterstedt). Wo es angeht, legt man den Schacht so an, daß er bei möglichst geringer Teufe die Sohle des Tagebaues, bzw. die Sumpfstrecke erreicht, und ferner an einer solchen Stelle der Lagerstätte, welche entweder überhaupt nicht, oder erst nach langer Zeit zum Abbau gelangt. Beim Abbau der Zinnseifen in Cornwall¹⁾ hat man den Schacht in den Abraum gelegt, was indes schon wegen Fundamentierung der Maschinen bedenklich erscheint.

Muß aus dem Tagebau nach oben gefördert werden, was immer der Fall sein wird, wenn derselbe nicht gerade in einem Bergabhänge liegt, so sucht man das Fördergut auf derjenigen Sohle zu halten, in welcher es gewonnen ist. Am Hüggel bei Osnabrück hat man zu dem Zwecke an dem einen Ende des Tagebaues eine schiefe Ebene angelegt, auf welcher ein Gestell mit Plattform zur Aufnahme der Förderwagen durch Maschinenkraft bewegt wird.

Die einzelnen Stoßsohlen (Bermen) treffen auf die schiefe Ebene ebenso, wie Abbaustrecken in einen einflügeligen Bremsberg einmünden; auch werden in derselben Weise die vollen Förderwagen auf das Gestelle geschoben, bzw. die leeren abgezogen.

¹⁾ Hartmann's Bergbkde. S. 213. Taf. IV, Fig. 118. — Karsten's Archiv. 1826. Bd. 13. S. 103.

Bei Bülten und Adenstedt (Ilsede), sowie bei Nachterstedt konnte man in dieser Weise nicht vorgehen, weil sich der Abbau sowohl im Streichen und zwar nach beiden Seiten, als auch nach dem Fallen fortwährend ausdehnt, so daß eine derartige Förderung, unmittelbar am Rande des Tagebaues angelegt, im Wege gewesen sein würde. Man hat deshalb bei Ilsede die Förderung derart eingerichtet, daß man die gewonnenen Massen zunächst auf das Liegende wirft, dort in Förderwagen verladet und sodann auf unterirdischen Bremsbergen nach einer Grundstrecke schafft, auf welcher gegenwärtig ein Förderschacht steht; ein zweiter soll demnächst angelegt werden. Über Tage sind die Förderschächte durch die Werkseisenbahn, welche den Eisenstein nach der Hütte schafft, verbunden.

Die Grundstrecke bildet im Ilseder Eisensteinlager zugleich die Grenze für den Tagebau (§ 442). Derselben parallel läuft die Sumpfstrecke, aus welcher der Wasserhaltungsschacht mit zwei Rittingerpumpen (eine als Reserve) und je einer Woolf'schen Maschine die Wasser wältigt.

§ 447. Beispiele von Tagebauen. — Bei dem Tagebau von Bülten und Adenstedt bei Peine sind Förder- und Wasserhaltungsschächte nach dem Einfallen zu an der Hüttenbahn angelegt und durch eine streichende Hauptförderstrecke, sowie durch eine Sumpfstrecke verbunden. Die gewonnenen Eisenerze gelangen durch Bremsberge bis auf die Förderstrecke. Der Abbau wird, ebenso wie in Nachterstedt, stoßweise geführt. Am letzteren Orte ist je ein Förderschacht für eine Abbausohle bestimmt, auch hat man dort eine besondere Einrichtung getroffen, um im Winter bei starkem Schneefall nicht in der Förderung behindert zu sein. Von den im Eisenbahndamm liegenden Förderstrecken aus geht man mit Strecken in das Flötz hinein und stellt neben die Strecken kleine Rollschächte. Die an deren Mündung losgehauenen Braunkohlen fallen in die Rollschächte und werden unter Tage zum Schachte gebracht.

Bei dem Tagebau in Ladowitz (Böhmen) findet folgender Abbau des 20 m mächtigen, mit 4 oder 5⁰ einfallenden Braunkohlenflötzes statt.

Zunächst erfolgt die Gewinnung und Verladung des ca. 12 m hohen Abraumes durch den Dampf-Erdarbeiter von Dunbar & Ruston¹⁾, wodurch 60—70 Arbeiter erspart werden. Ein eiserner, mit Stahlzähnen versehener Eimer von 0,75 cbm Inhalt wird von der Maschine mittelst Kette am Abraumstoße hinaufgezogen und füllt sich dabei. Sodann wird er in der höchsten Stellung durch einen Drehkrahnen über einen, neben der Maschine stehenden Wagen gebracht, durch Öffnen der Bodenklappe entleert und behufs Wiederholung der Arbeit bis zum Fuße des Abraumstoßes gesenkt. In der Stunde können 60—70 Schnitte gemacht werden. Die Vorwärtsbewegung der Maschine auf dem Geleise geschieht selbstthätig, die Bedienung durch 3 Mann.

Das abgeräumte Flötz wird sodann von der, ebenso, wie in den vorher

1) Österr. Zeitschr. 1883. Nr. 27 u. 28.

genannten Fällen im Schachtpfeiler liegenden, Förderstrecke aus in einer Länge von 20 m und einer Breite von 12 m mit rechtwinklig sich kreuzenden Strecken von 2,5 m Breite und 2 m Höhe durchörtert, sowie an der einen Langseite bis nahe unter Tage geschlitzt. Alsdann bohrt man in jeden der durch die Strecken gebildeten Pfeiler von 1,50 m Seite ein Loch von 1 m Tiefe, besetzt mit Dynamit und sprengt mittelst Elektrizität. Dabei stürzt die ganze Masse in sich zusammen und liefert ungefähr zur Hälfte Stückkohlen.

§ 118. **Pingenbau.** — Der Pingenbau wurde weiter oben (§ 99 u. 109) schon erwähnt. Er kann unter Umständen, je nach dem Verhalten der Lagerstätte, eine Tiefe von 100 m erreichen und wird vom Tage herein strossenähnlich geführt.

Die Förderung geschieht mit Hilfe von Göpeln, deren Seilscheiben über den Rand der Pinge hinausragen, die Wasserhaltung durch Stollen oder durch Pumpen mit Kunstkreuzen, welche ebenfalls am Rande der Pinge fundamendiert sind; zur besseren Verlagerung der Pumpen, Führung der Gestänge u. s. w. bringt man an einer steilen Stelle des Pingenrandes einen nach der Pinge zu offenen Schacht an.

Beispiele von Pingenbau finden sich auf Kupfererz und Magneteisenstein in Schweden¹⁾, in Steiermark, Norwegen, auf der Insel Elba (Eisenerze), auf Dachschiefer und Marmor in England, in Belgien und in den Niederlanden.

Litteratur.

Mich. Kopf. Beschreibung des Salzbergbaues zu Hall in Tyrol. Berlin 1841. (Sonderabdruck aus Karsten's Archiv. Bd. 44.)

Ch. Combes. Traité de l'expl. des mines. Paris 1844. Deutsch von Dr. C. Hartmann. Weimar 1844.

A. T. Ponson. Traité de l'Exploitation des Mines de Houille. Liège 1852.

M. Dunn. A Treatise on the winning and working of collieries. 2. edition. Newcastle-upon-Tyne 1852.

Ferd. Rittler. Anleitung, mächtige Kohlenflötze am wohlfeilsten, gefahrlosesten, zweckmäßigsten und mit dem geringsten Kohlenverluste nach rein praktischen Grundsätzen abzubauen. Eine gekrönte Preisschrift. Brünn 1857.

Amadée Burat. Le Matériel des Houillères. Paris 1860. Deutsch von C. Hartmann. Brüssel u. Leipzig 1861.

Derselbe. Les Houillères en 1867, Paris 1868; L. h. en 1868, Paris 1869.

Ržiha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1867.

Fr. Ritter von Schwind. Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Österreich. Prag.

H. von Dechen. Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Als Manuskript gedruckt. Bonn 1869.

Gustav Dumont. Des affaisements du sol produits par l'exploitation houillère. Mémoire adressé à l'administration communale de Liège. Liège 1871.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 41 A. S. 261.

Dr. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873.

Der Silber- und Blei-Bergbau zu Příbram. Wien 1875.

Mich. Köngoes-Tóth. Über Tunnelbau. Wien 1875.

Schachtquerschnitte der königl. Steinkohlengruben bei Saarbrücken. Saarbrücken 1875.

F. Bischof. Die Steinsalzbergwerke bei Staßfurt. Halle 1864; zweite Auflage Halle 1875.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Erster Band, Kap. VIII: Tunnelbau. Leipzig 1880.

Exploitation et reglementation des mines à grison. Paris 1881.

Dr. Precht. Salzindustrie von Staßfurt und Umgegend. Staßfurt 1883.

Hâton de la Goupillière. Cours d'expl. des mines. Paris 1883.

Haupt. Stollenanlagen. Berlin 1884.

Der Abbau der Steinkohlenflötze von C. Fr. Rud. Lange. Saarbrücken 1884.

Aug. Jaeger. Über den Betrieb des deutschen Eisenerzbergbaues in »Stahl und Eisen« 4. Jahrg. Heft 9, 10 u. 11. 1884.

Ch. Demanet. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.

Vierter Abschnitt.

Förderung.

§ 1. Einleitung. — Unter Förderung versteht man den Transport der durch die Häuerarbeiten gewonnenen Fossilien vom Gewinnungspunkte ab bis zum Verbrauchsorte (Aufbereitung, Hütte) oder bis zu den Abfuhreinrichtungen (Wagen, Eisenbahnwagen, Schiffe) über Tage.

Demnach ergeben sich für die Förderung naturgemäß zwei Hauptabteilungen, nämlich:

- A. die Förderung unter Tage oder die Grubenförderung;
- B. die Förderung über Tage oder die Tagesförderung.

Bei der Grubenförderung wird man wieder den Transport vom Gewinnungspunkte bis zum Schachte — Streckenförderung — von der Schachtförderung zu unterscheiden haben.

Auch bei der Streckenförderung kommen mehrere Arten vor, je nach der Neigung der Förderbahnen und der Richtung, welche die Förderung nimmt — Förderung auf ganz, oder nahezu horizontalen Bahnen und solche auf stärker geneigten Bahnen, entweder abwärts (Bremsberge und Bremsschächte) oder aufwärts aus Unterwerksbauen.

Endlich sind bei der Grubenförderung die verschiedenen Arten der Einrichtungen und Motoren, sowie die dadurch bedingten Methoden der Förderung zu betrachten.

Die Förderung ist in anbetracht des Einflusses, den sie auf die Selbstkosten hat, einer der wichtigsten Zweige des Bergbaubetriebes, in erster Linie aber für solche Bergwerke, bei denen große Mengen eines in der Einheit geringwertigen Materiales gefördert werden müssen. Bei Steinkohlengruben müssen deshalb alle Einrichtungen der Grubenförderung so vollständig als möglich sein; sollten sie dabei in der ersten Anlage auch kostspielig werden, so multipliziert sich jede dadurch herbeigeführte Ersparung an Förderkosten der Einheit mit der größeren Anzahl der letzteren, während andererseits die höheren Anlagekosten sich in günstigerer Weise auf die Einheit verteilen, als bei geringem Förderquantum.

Hieraus ergibt sich, daß Einrichtungen, welche für eine hochentwickelte Steinkohlengrube gänzlich verwerflich sein würden, für Erzgruben

ihre volle Berechtigung haben können. Besonders für kleine Betriebe müssen die Anlagekosten in richtigen Einklang mit den zu erwartenden Vorteilen gebracht werden. Die vollkommensten Einrichtungen sind in ökonomischer Beziehung durchaus nicht immer die vorteilhaftesten.

A. Grubenförderung.

I. Förderung in den Grubenbauen bis zum Schachte.

1. Förderung auf wenig geneigten, oder horizontalen Bahnen.

§ 2. Allgemeines. — Die Streckenförderung beginnt mit dem Einladen in die Fördergefäße durch Wegfüllarbeit.

Diese Gefäße werden entweder getragen — tragende Förderung — oder geschleift — schleifende oder schleppende Förderung —, oder sie sind mit Rädern versehen und werden auf entsprechenden Bahnen durch irgend einen Motor (Menschen, Tiere, Maschinen) fortbewegt — rollende Förderung.

Allein nach mechanischen Prinzipien betrachtet, werden diejenigen Einrichtungen am vollkommensten sein, bei welchen die Reibungswiderstände, sowie der Aufenthalt beim Füllen und Entleeren der Fördergefäße am geringsten sind, die Fördergeschwindigkeit aber am größten ist.

Da jedoch derartige vollkommene Einrichtungen ein entsprechend großes Anlagekapital und auch oft viele Unterhaltungskosten erfordern, so ist der mechanische Erfolg aus oben angeführten Gründen beim Grubenbetriebe nicht immer die Hauptsache; es kommt vielmehr darauf an, die Förderung am billigsten zu bewirken.

Im allgemeinen läßt sich bei den Fördereinrichtungen eine fortlaufende Vervollkommnung verfolgen. Die naturgemäße, älteste, aber auch unvollkommenste Förderung war das Tragen geringerer und das Schleifen größerer Lasten. Mit Einführung des Karrens nahm man dem Arbeiter einen Teil der Last ab und verwandelte gleichzeitig durch das Anbringen eines Rades die gleitende Reibung in die geringere rollende.

Bei den vierrädrigen Fördergefäßen, den Hunden und Wagen, hatte man dem Arbeiter das Tragen gänzlich genommen und kam es nun noch darauf an, durch weitere Ausbildung der Räder und Bahnen das Spurhalten zu erleichtern, also zu bewirken, daß die Fördergefäße auch ohne Geschicklichkeit des Arbeiters nicht die Förderbahn verlassen konnten. Bei den ältesten Fördergefäßen dieser Art, den ungarischen Hunden, muß der Arbeiter noch ebenso, wie bei den Karren, durch eigene Geschicklichkeit die Spur halten; durch das Anbringen eines Spurnagels (§ 40) am Boden des Hundes, welcher sich in einem Schlitz der Förderbahn bewegte, machte man den ersten, wenn auch nicht glücklichen Versuch, auch diese Mühe dem Arbeiter abzunehmen, bzw. seine Leistungsfähigkeit zu ver-

größern. Später brachte man auf den Förderbahnen Spurlatten an, behielt aber die glatten Räder bei — deutsche Wagen und Gestänge —, bis man endlich die Räder mit Spurkränzen versah und sie auf hölzernen Gestängen laufen ließ, welche später mit Bandeisen benagelt wurden, sodann durch gußeiserne und weiter durch schmiedeeiserne und stählerne Förderschienen ersetzt wurden — englische Wagen und Gestänge.

Kapitel I.

Tragende und schleppende Förderung.

§ 3. **Tragende Förderung.** — Im allgemeinen ist die tragende Förderung auf das geringste Maß einzuschränken, weil die Arbeitsleistung dabei eine sehr geringe ist. Dieselbe kommt deshalb auch nur bei sehr kurzen Längen vor, so beim Einstürzen der Erze in nahegelegene Förderrollen mit Trögen, sowie beim Füllen der Förderwagen in Steinkohlengruben, wenn die ersteren zu weit entfernt stehen, um sie durch Werfen mit der Schaufel erreichen zu können, wodurch außerdem die Kohle zu sehr zerkleinert werden würde. Man bedient sich dazu möglichst leichter Gefäße, so in Oberschlesien hölzerner Tröge, beim böhmischen Braunkohlenbergbau sogenannter Schwingen, welche aus Weidengeflecht hergestellt sind. Im Loirebecken hatte man zu demselben Zwecke Säcke¹⁾.

§ 4. **Schleppende Förderung.** — Die schleppende Förderung geschieht mit Schlepptrögen oder mit Schlitten. Bei jenen sind die Kufen an der Langseite eines Kastens befestigt, bei den Schlitten steht der letztere lose auf Schlittenkufen. Als Förderbahn dient in der Regel die natürliche Sohle und zwar in den Abbauen der Flötze das Liegende derselben; höchstens werden noch Bretter auf die Sohle gelegt. Außerdem erfolgt die Förderung stets abwärts und zwar in wenig mächtigen Flötzen und bei hohen Abbaustößen (Strebbau), weil man in diesen Fällen mit der rollenden Förderung nicht bis dicht vor die Gewinnungspunkte gelangen kann.

Die größeren Förderwagen verkehren dabei in Strecken, denen man durch Nachreißen des Nebengesteines die erforderliche Höhe giebt, und nehmen die in den Schlepptrögen oder Schlitten herangeschaffte Förderung auf.

Die zweckmäßigste Neigung der Förderbahn für schleppende Förderung ist zwischen 8° und 15° . Unter 8° ist das Schleppen nach abwärts, über 15° dasjenige der leeren Gefäße nach oben zu schwer.

¹⁾ Combes, Traité de l'exploitation des mines. II. pag. 185. Deutsch von Hartmann.

Die zum Schleppen gebrauchten Fördergefäße haben in Saarbrücken¹⁾ einen Inhalt von 0,2 cbm oder bei Füllung mit Kohle von 125—150 kg. Außerdem sind sie an beiden Enden mit Ösen versehen, in welche der über die Schulter des Arbeiters zu legende Schleppgurt oder das Sichelzeug eingehakt wird.

Kapitel II.

Rollende Förderung.

a. Geräte.

§ 5. **Einrädrige Karren.** — Die einrädriigen Karren oder Laufkarren bestehen aus einem Kasten mit geraden oder geneigten Seitenbrettern, an welchem einerseits die Karrenschenkel oder Karrenbäume, andererseits ein Rad angebracht sind.

Das Rad besteht am besten aus Gußstahl oder Schmiedeeisen, vielfach aber auch aus Holz mit eisernem Reifen. Die Schenkel bilden entweder mit den Seitenbrettern ein Stück, oder sie sind aus starken Pfählen hergestellt und mit dem Kasten verschraubt. Die letztere Einrichtung ist vorzuziehen, weil die Karrenbäume besser halten, als die aus geschnittenen Brettern hergestellten Schenkel, und auch außerdem leichter auszuwechseln sind, als diese.

Der Laufkarren bildet im mechanischen Sinne einen einarmigen Hebel, das Rad dessen beweglichen Stützpunkt. Als passendes Verhältnis der Hebelarme betrachtet man in Erzgruben ein solches von 0,5 : 1,4, in Kohlengruben von 0,9 : 1,6 (Lastarm zu Kraftarm).

Der Durchmesser des Rades ist in Saarbrücken 41 cm, in Freiberg 52—55 cm, im allgemeinen soll man weder unter, noch über diese Durchmesser gehen.

Der Inhalt eines Karrens ist am Harz 2 Kübel = 0,4 cbm. Mit Hilfe von (losen) Aufsatzbrettern können bei leichtem Gebirge 3—4 Kübel geladen werden. In Saarbrücken²⁾ enthält ein Karren 125—175 kg, an anderen Orten 50—100 kg Kohle; das Eigengewicht beträgt im allgemeinen etwa 25 kg.

Der Karren wird in Verbindung mit einem Sichelzeuge (Sielen) angewendet, welches die Last auf die Schultern des Arbeiters überträgt und so geführt wird, daß es einerseits auf die linke Schulter und andererseits über den rechten Oberarm gelegt wird; man erleichtert dadurch das Einhalten der Richtung.

1) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 180.

2) Ebenda. 1856. Bd. 3. S. 180.

Bei niedrigen Strecken wird das Sielzeug über das Kreuz gelegt, während der Arbeiter beide Hände auf den Karren bzw. dessen Inhalt stützt und mit ihnen den Karren lenkt.

Große Förderlängen werden in Wechsel geteilt. Dieselben müssen so lang sein, daß während des Einfüllens der volle Karren hinwärts und der leere zurückgelaufen werden kann. Je nach der Beschaffenheit des Laufes schwankt danach bei gleichem Inhalte der Karren die Länge der Wechsel zwischen 50 und 100 m, gewöhnlich beträgt sie 80 m. Jede schärfere Krümmung wird für 10 m Lauflänge gerechnet.

Bei der Karrenförderung sind folgende Nutzleistungen pro Stunde Arbeitszeit und 1 km Lauflänge erzielt:

in Freiberg	77,280 kg ¹⁾
- der Provinz Sachsen nach Ottiliae . . .	52,038 -
- Rive de Gier unter günstigen Verhältnissen .	72—90,000 - ²⁾
- - - - bei ungünstigen Verhältnissen .	30,000 -

An einzelnen Punkten soll man sogar 100 bis 110 kg erreicht haben³⁾, was der von Weisbach⁴⁾ berechneten ziemlich nahe kommt.

§ 6. **Zweirädrige Karren.** — Zweirädrige Karren sind wegen ihrer hohen Räder (ca. 1 m), zwischen denen der Kasten hängt, an sich für die Förderung sehr vorteilhaft, können aber aus demselben Grunde nur über Tage oder in hohen Strecken gebraucht werden, so u. a. beim Salzbergbau im Salzkammergut⁵⁾ und beim Tagebau im sächsischen Braunkohlenreviere, wo 2 Mann auf 200 m Förderlänge so viel wie 7 Karrenläufer leisteten.⁶⁾ Die Karren bewegen sich auf Laufbohlen.

§ 7. **Hunde und Wagen.** — Hund (jedenfalls von dem slowakischen Worte »Hyntow« = Wagen abzuleiten⁷⁾) ist die ältere bergmännische, Wagen oder Förderwagen die moderne Benennung für vierrädrige Streckenfördergefäße. Daher hat man in allen älteren Bergwerksrevieren, auch in den böhmischen Braunkohlengruben, deren Arbeiterstamm aus den alten erzgebirgischen Gruben stammt, allgemein die Bezeichnung »Hund« auch für die neuesten Wagenkonstruktionen beibehalten, während man in den jüngeren Steinkohlenrevieren durchweg die Bezeichnung Wagen oder Förderwagen angenommen hat. Eine auf konstruktiven Unterschieden beruhende Verschiedenheit der Bezeichnung⁸⁾ läßt sich nicht durchführen.

Die älteste Abbildung eines Hundes findet sich in Agricola⁹⁾.

1) Serlo, Bergbaukunde. 1884. II. S. 8.

2) Burat, Cours d'expl. des mines. 1876. pag. 344.

3) Burat, a. a. O. pag. 344.

4) Weisbach, Lehrb. der Ing.- u. Maschinen-Mechanik. Bd. 3. S. 572.

5) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 34.

6) Ebenda. 1860. Bd. 8. S. 124.

7) Hoppe, Die Bergwerke, Aufbereitungsanstalten, Hütten u. s. w. des Ober- und Unterharzes. Clausthal 1883.

8) Ržiha, Tunnelbaukunst. S. 278, 284.

9) Ebenda.

§ 8. **Mansfelder Strebräderhunde.** — An die Stelle der älteren Walzenhunde sind in Mansfeld für die Förderung in den niedrigen Strebörtern, deren Länge man durch näheres Heranbringen der Hauptförderstrecken möglichst abzukürzen sucht (III. Abschn., § 62), die Strebräderhunde getreten, welche aus Holz oder Eisen bestehen und ein Ladegewicht von 150 kg haben¹⁾ (Fig. 331, 332).

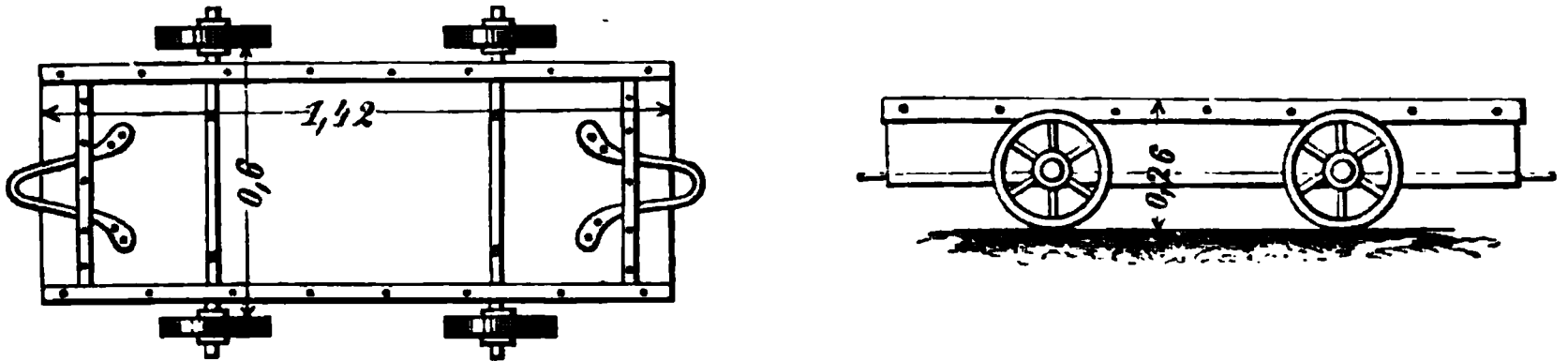


Fig. 331 und 332. Mansfelder Strebräderhund.

Diese Hunde werden mittelst Sielzeug, welches am rechten Fuße des Arbeiters befestigt ist, in der Weise »getreckt«, daß sich der mit Achsel- und Beinbrett versehene Arbeiter auf der Sohle liegend fortbewegt.

Die Leistung beträgt in der achtstündigen Schicht abwärts auf 100 m Länge 21—22, auf 200 m Länge 15, auf 400 m Länge 9 Hunde, auf söhliger Bahn und auf Tragewerk bei 100 m Länge 30, bei 60 m Länge 37, bei 20 m Länge 50 Hunde.

§ 9. **Ungarischer Hund.** — Der ungarische Hund²⁾ besteht aus einem hölzernen Kasten mit Eisenbeschlag, welcher sowohl nach oben, als auch nach vorne verjüngt ist (Fig. 333, 334). Unter dem Boden ist der Länge nach ein Stürzel oder Dexel, d. h. ein 80—104 mm breites, 156 mm hohes Bohlenstück mit Schrauben befestigt.

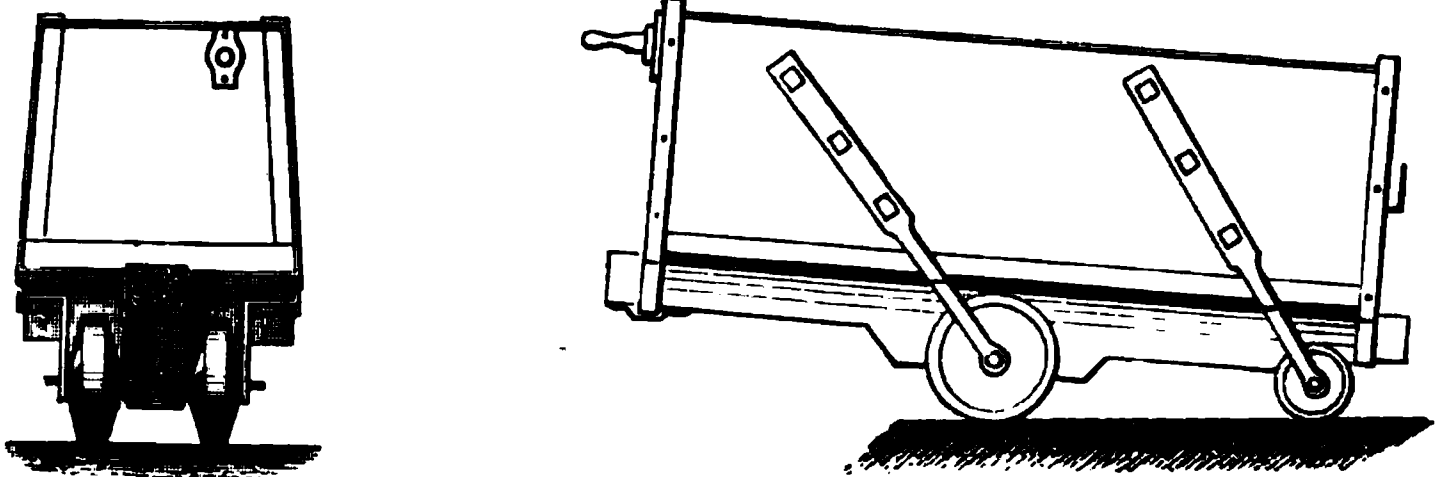


Fig. 333 und 334. Ungarischer Hund.

An dem Stürzel sind die Achsen für zwei Paar Räder angebracht, von denen sich das größere Paar nahe unter dem Schwerpunkte des Wagens und das kleinere am vorderen Ende befindet.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865. S. 154, 155. — Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 49. S. 263.

²⁾ Hartmann, Bgbkde. S. 562. — Combes, Bgbkde. Deutsch von Hartmann. II. S. 490.

Die aus Gußeisen oder Holz mit eisernen Reifen bestehenden Räder werden anstatt durch Vorstecker wohl auch durch sogen. Wehreisen auf der Achse festgehalten, welche quer unter dem Boden und an der Seitenwand liegen; sie sind mit Schrauben befestigt und halten Stürzel, Achsen und Kasten zusammen.

Der Boden des Kastens ist hinten 39,5, vorne 37 cm breit, 124 cm lang. Im Lichten ist der Kasten oben und vorne 34, hinten 37 cm breit und 37 cm hoch. Der Inhalt betrug am Harz 0,2 cbm und das Gewicht bei Füllung mit Erz etwa 300 kg. Die Laufbretter sind 26—37 cm breit.

Durch die verjüngte Gestalt ist der Schwerpunkt des gefüllten Hundes sowohl tief, als auch nach hinten verlegt, einmal um einen stabileren Gang zu erzielen, andererseits um das Spurhalten zu erleichtern, welches der Arbeiter dadurch erreicht, daß er mit der rechten Hand an einem eisernen Handgriffe den Hund niederdrückt und gleichzeitig mit der linken Hand richtet.

Das Stürzen des Hundes erfolgt, indem man ihn über ein Füllort zwischen zwei Straßbäume schiebt; sobald er die Laupfosten verläßt, legt sich der Hund mit zwei Zapfen oder kleinen Rädern, welche an den Seitenwänden über dem Schwerpunkte angebracht sind, auf die Straßbäume und kippt von selbst um.

Die Leistung¹⁾ ist im Maximum $2\frac{1}{2}$ mal so groß, als mit dem Karren. Günstig ist schon das Verhältnis 7:3, oder 2:1, am Harz beträgt es nur 9:7²⁾.

Der ungarische Hund hat als Ersatz für Karrenförderung an solchen Stellen, wo die Anlage einer Schienenbahn nicht zweckmäßig erscheint, noch immer seine Berechtigung; bei größeren Förderlängen ist er durch Wagen mit Spurkranzrädern mehr und mehr verdrängt.

§ 10. **Hund mit Spurnagel.** ³⁾ — Um das Spurhalten zu erleichtern, gab man den Hunden am Boden einen Spurnagel, d. h. einen eisernen Bolzen mit einer Friktionsrolle am unteren Ende, welcher sich zwischen zwei Holzgestängen führte. Der Hund behielt dabei immer noch Ähnlichkeit mit dem ungarischen, nur brauchte er nicht mehr nach vorne und oben zusammengezogen zu sein, auch lagen die größeren Räder nicht unter dem Schwerpunkte, sondern am hinteren Ende, so daß der Hund auf allen vier Rädern gefahren wurde.

Obgleich das Spurhalten mit diesem Hunde erleichtert wurde, stellten sich, da die Spur selten rein blieb und sich auch an den Seiten ungleich ausarbeitete, so große Reibungswiderstände heraus, daß die Leistung kleiner ausfiel, als beim ungarischen Hunde; zum Teil war er noch vor kurzem auf

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 34.

2) Serlo, a. a. O. 1878. II. S. 44.

3) Hartmann, Bgbkde. S. 564. — Combes, deutsch von Hartmann. II. S. 189. — Ržiha, Tunnelbau (1865). S. 279.

den Braunkohlengruben am Habichtswalde in Gebrauch¹⁾, ist aber sonst gänzlich abgeworfen.

§ 11. **Deutscher Hund.**²⁾ — Der auf einer Pfostenbahn mit Spurlatte (§ 24) laufende deutsche Hund oder deutsche Förderwagen hat wie der ungarische Hund Räder ohne Spurkranz aus Gußeisen, oder aus Holz mit eiserne Reifen; alle vier Räder sind aber gleich groß.

Der deutsche Förderwagen ist noch an solchen Punkten in Gebrauch, wo man, wie z. B. bis vor kurzem auf Zeche Carolinenglück bei Bochum, auf einer oberen, dem vollständigen Abbau nahen Sohle die deutsche Bahn von früher her hatte und für die große Förderlänge keine neuen Schienenwege anlegen konnte.

§ 12. **Englische Förderwagen. Allgemeines.** — Unter englischen Förderwagen versteht man solche, welche Räder mit Spurkränzen haben und auf Gestängen oder Schienen laufen. Wie bei den Gestängen (§ 26) weiter erwähnt werden wird, sind sie übrigens keine englische, sondern eine deutsche Erfindung und haben ihren Namen wohl nur daher, daß sie bei dem englischen Steinkohlenbergbau zuerst eine ausgedehnte Anwendung fanden.

Im Laufe der Zeit hat sich eine große Anzahl verschiedener Konstruktionen herausgebildet, von denen die wichtigsten im folgenden besprochen werden sollen.

Im allgemeinen muß diese bei weitem wichtigste und gegenwärtig allgemein angewendete Klasse von Förderwagen in ihrer Konstruktion folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Müssen sie bei genügender Haltbarkeit, besonders für Schlepperförderung, möglichst leicht sein.

In Saarbrücken³⁾ beträgt das Gewicht des leichtesten (hölzernen) Förderwagens (Sulzbach-Altenwald) 265 kg mit 0,57 cbm Inhalt, dasjenige des schwersten (Kettenförderung im Burbachstollen) 346 kg bei 0,58 cbm Inhalt. Auf den Gruben Heinitz und Dechen setzt sich das Gewicht eines Wagens folgendermaßen zusammen:

Holzkasten und Langbäume . . .	108 kg
Eisenbeschlag einschl. Schrauben	146 -
zwei Radsätze mit Achsen . . .	88 -
Im Ganzen	342 kg.

Bei einer Nutzlast (einschl. Überladung) von 525 kg schwankt in Saarbrücken demnach das Gewicht der toten Last zur Gesamtlast zwischen 33 und 40⁰/₀, der Preis pro Wagen zwischen 50 und (Heinitz) 89 Mk.

In Westfalen stellt sich das durchschnittliche Gewicht eines Förderwagens auf 288 kg.

1) Berggeist. 1866. Nr. 82 u. 83.

2) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 42.

3) Ebenda. 1885. Bd. 23. S. 166.

2. Dürfen sie nicht höher sein, als daß sie der Arbeiter bequem füllen und in mäßig gebückter Stellung schieben kann, wenn er die Hände auf den Rand legt. Eine passende Höhe ist, von der Schienenbahn ab gerechnet, etwa 80 cm.

3. Muß der Wagen, wenn er entgleist ist, durch einen Arbeiter wieder auf das Geleise zu bringen sein, zu welchem Zwecke man die Räder möglichst in der Mitte der Wagenlänge anbringt.

4. Müssen sie sich dem gegebenen Raume in den Förderstrecken und bei Rahmenförderung in den Schächten anpassen.

5. Hat man ihnen dadurch genügende Stabilität zu geben, daß man die Kasten nicht zu hoch über die Räder stellt und die Spurweite nicht zu klein nimmt; ist dieselbe aber zu groß, dann ist das Passieren der Krümmungen erschwert.

6. Muß der Wagen beim Bewegen möglichst wenig Reibungswiderstände bieten, was durch passende Größe der Räder (§ 24) und durch gute Schmier- vorrichtungen (§ 23) zu erreichen ist.

7. Darf bei Menschenförderung das Gewicht des Inhaltes nicht zu groß sein, damit die Kraft des Arbeiters nicht zu früh erlahmt. Auf Steinkohlen- gruben enthalten deshalb die Förderwagen meistens 500 kg.

Das Material für die Förderwagen ist Holz und Eisen- oder Stahlblech. In Gruben, wo ein Durchgehen und Zertrümmern der Wagen leicht vor- kommt, wie u. a. bei steilen Diagonalen, sind die hölzernen Wagen vorzu- ziehen, weil Reparaturen weit leichter und billiger vorzunehmen sind, als bei eisernen Wagen¹⁾; im übrigen aber sind die letzteren mit Recht sehr beliebt, weil sie einer laufenden Abnutzung wenig ausgesetzt und leichter sind, als ältere, feucht gewordene, hölzerne Wagen.

Auf Zeche Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. läßt man seit 1882 die ganzen Stahlblechkasten mit gutem Erfolge verzinken, weil die Stahlbleche in Folge der 4 0/0 Kochsalz haltigen Wasser der tiefsten Sohle bereits nach 3 bis 4 Jahren vollständig zerfressen und unbrauchbar waren. Die Kosten des Verzinkens betrugen pro Wagen etwa 12 Mk.²⁾

Die eisernen Förderwagen auf den Bergwerken der Vereinigungsgesell- schaft im Reviere Aachen werden bei der Anfertigung zum Schutze gegen das Rosten mit einem Asphaltanstriche versehen, wobei man die Blechkasten über einem leichten Feuer aus Hobelspänen erwärmt und die heiße An- strichmasse schnell aufträgt. Der Anstrich trocknet sofort und hat lack- artiges Aussehen. Die Anstrichmasse wird aus Steinkohlenteer und Asphalt in der Weise hergestellt, daß man Asphalt in kochendem Teer schmelzen läßt. Die Kosten des Anstriches betragen bei gleichzeitiger Herstellung von 20 Förderwagen 6,64 Mk., für je einen Wagen somit 33,2 *ℳ*.³⁾

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 73.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 286.

3) Ebenda.

§ 13. **Englische Förderwagen auf Erzgruben.** — Auf Erzgruben hat man die englischen Förderwagen (Hunde) vielfach so eingerichtet, daß die Kasten lose auf einem Gestelle stehen und mit diesem am vorderen Ende durch ein Gelenk verbunden sind; beim Stürzen wird die als Klappe eingerichtete Vorderwand geöffnet und der Kasten hinten aufgehoben, während das Gestell auf der Schienenbahn stehen bleibt. Auch haben die Räderpaare häufig verschiedene Durchmesser und sind in ähnlicher Weise, wie beim ungarischen Hunde so angebracht, daß die größeren Räder nahe unter dem Schwerpunkt liegen.

§ 14. **Englische Förderwagen in Kohlengruben.** — Die Förderwagen in Kohlengruben unterscheiden sich in mehrfacher Beziehung. Die gebräuchlichsten sind solche ohne Klappen, welche über Tage mittelst besonderer Stürzvorrichtungen — Wipper — entleert werden müssen, während die Wagen mit Klappen einfach hinten aufgehoben und nach Öffnen der Klappe entleert werden. Aus diesem Grunde sind die Vorrichtungen zum Ausstürzen bei Anwendung der Hunde mit Klappen einfacher und billiger, wogegen man allerdings den Nachteil hat, daß die Klappen sich während der Förderung leicht öffnen, womit eine Verzettlung von Kohle und eine Verunreinigung der Förderbahn verbunden ist. Außerdem sind die Wagen mit Klappen weit weniger haltbar. Der Verschluß der letzteren geschieht u. a. mit einem einfachen, stehenden Riegel oder, wie meist auf den böhmischen Braunkohlengruben, mittelst einer unter dem Wagen hindurch gehenden und in Lagern geführten Stange, welche an beiden Enden umgebogen ist; der eine Haken faßt von unten die Klappe, der andere dient zum Öffnen und Schließen derselben.

Fernere Unterschiede sind zwischen Wagen mit und ohne Gestelle. Bei der letzteren Art sind die Achsen direkt am Wagenboden, bei den

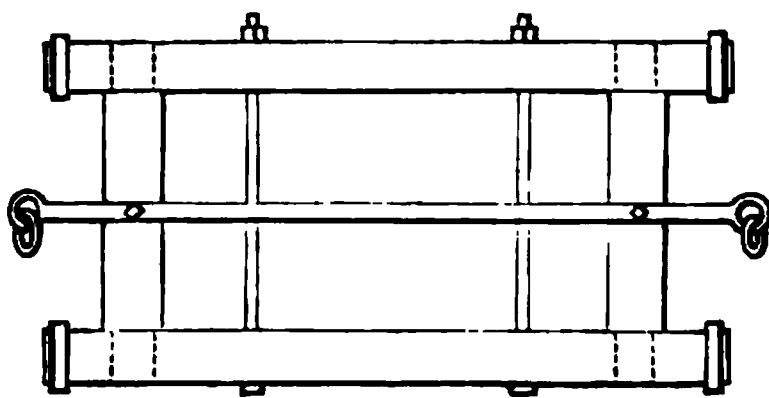


Fig. 335. Förderwagengestell.

ersteren an einem besonderen Gestelle (Fig. 335) befestigt, auf welchem zugleich der Wagenkasten festgeschraubt ist. Die Langbäume des Gestelles treten an beiden Enden etwas vor, sind mit eisernen Bändern umgeben und dienen als Puffer.

§ 15. **Beispiele von Wagenkonstruktionen.** — In Westfalen sind beide eben genannte Arten vertreten; bei eisernen Förderwagen fehlt das Gestell am häufigsten, so z. B. bei dem Förderwagen von Zeche Konstantin

der Große (Fig. 336 und 337). Derselbe hat eine Blechstärke von $2\frac{1}{2}$ mm, ein Ladungsgewicht von 500 und ein Leergewicht von 232 kg, nämlich:

der Kasten	184 kg
4 Gußstahlräder	30 -
2 Evrard'sche Achsen	18 -

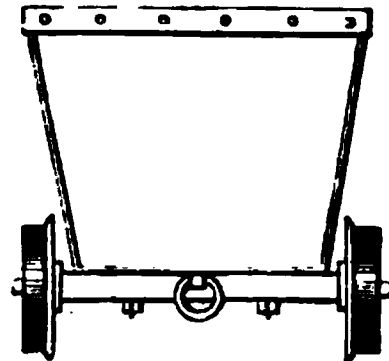
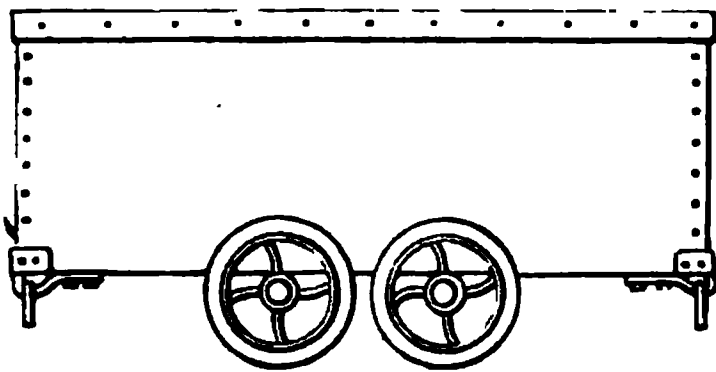


Fig. 336 und 337. Förderwagen von Zeche Konstantin.

Ein weiteres Beispiel bietet der Wagen von Prinz-Regent (Fig. 338, 339, 340). Derselbe hat 4 mm Blechstärke, dabei einen 5 cm starken eichenen Boden und ein Gesamtgewicht von 222 kg. Der Preis pro Wagen beträgt 84 Mk., der Inhalt 10 Neuscheffel oder 5 hl. Die neueren Wagen haben 500 kg Inhalt, 3 mm Blechstärke, Patentachsen und 258 kg Wagengewicht. Jedes Rad wiegt 9,2 kg.

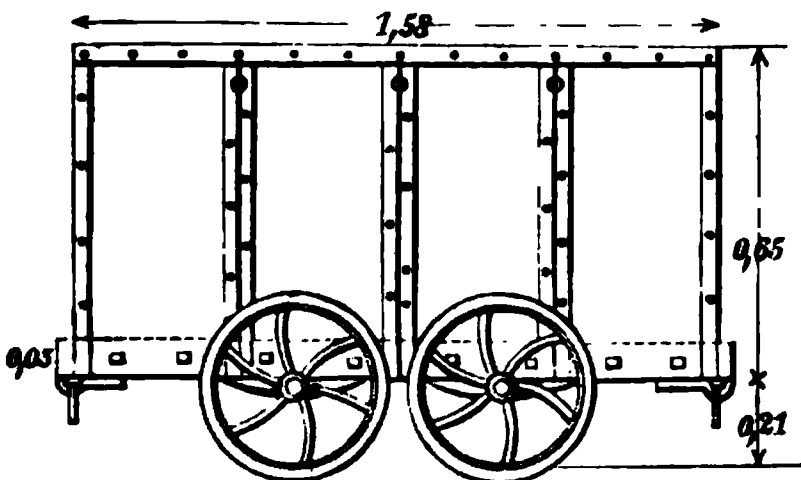


Fig. 338.

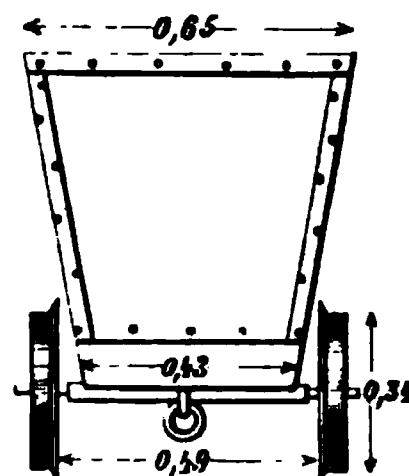


Fig. 339.

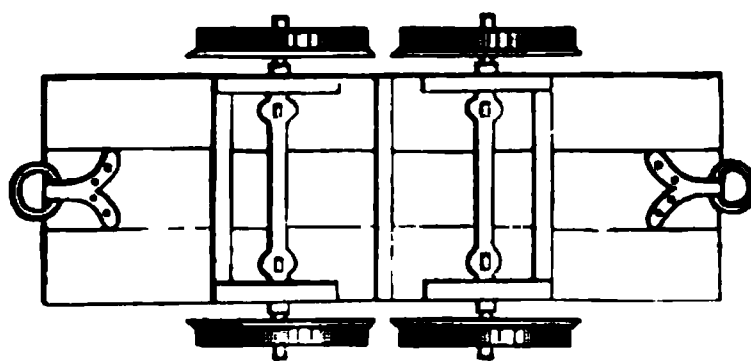


Fig. 340. Förderwagen der Zeche Prinz-Regent.

Der hölzerne Boden wird anstatt eines eisernen deshalb eingelegt, weil er sich leicht auswechseln läßt; auch hölzerne Wagen versieht man mit einem besonderen »falschen« Boden, weil sich der letztere am schnellsten abnutzt, während die Kastenwände mehrere Böden überdauern. Häufig läßt man das Bodenbrett etwas vorstehen, damit es als Puffer dienen und hierdurch zur Schonung der kurzen Wagenwände beitragen kann.

Der nach oben sich erweiternde Querschnitt des Wagens erleichtert einerseits das Einfüllen, andererseits sind dadurch die Radachsen besser gegen Verunreinigung und die Räder gegen Beschädigung geschützt.

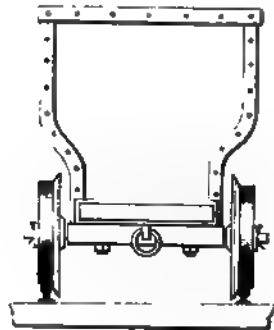


Fig. 341. Eiserner Förderwagen mit gebogenen Wänden.

Dasselbe erreicht man durch die in Fig. 344 dargestellte Wagenform.

Bei einigen neueren Konstruktionen von eisernen Förderwagen hat man wiederum ein Gestell eingeführt, welches aus zwei Langbäumen von I-Eisen mit eingesetzten Querriegeln besteht.

Als Beispiel eines hölzernen Wagens ohne Gestell ist der in Fig. 342, 343, 344 dargestellte von Zeche Altendorf in Westfalen gewählt, aus welchem zugleich die Art und Weise eines zweckmäßigen Beschlages zu

entnehmen ist. Der Boden besteht aus 52 mm starkem Eichenholz und dient zugleich als Puffer.

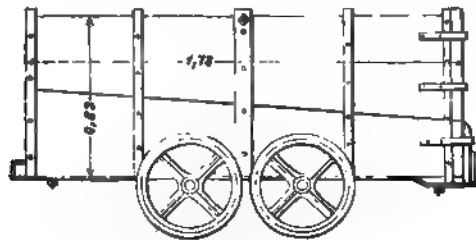


Fig. 342.

Fig. 343.

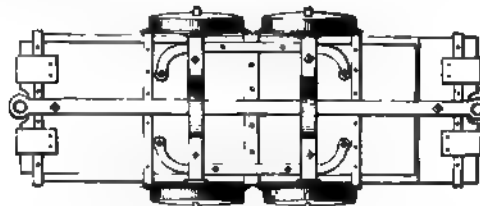


Fig. 344. Hölzerner Förderwagen von Zeche Altendorf.

Ähnlich sind die Dimensionen der Wagen in Saarbrücken¹⁾, während man in Oberschlesien häufig Förderwagen trifft, welche eine mehr würfelförmige Gestalt haben, also kürzer und höher sind. Derartige Wagen lassen sich schlechter füllen und schieben, kippen leichter über, entgleisen in Folge dessen und lassen sich weit schwerer durch einen Arbeiter wieder auf das Geleise heben, als die Wagen von der vorher erwähnten Konstruktion.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1864 Bd. 42. S. 158; 1885. Bd. 23. S. 163.

Fig. 345 zeigt einen Wagen mit Gestelle, wie er in Westfalen und auch in England¹⁾ in Gebrauch ist. Sonst haben die englischen Wagen vielfach gerade Wände, sind außerdem im Grundrisse rechteckig und quadratisch.

Eiserne Wagenkasten mit hölzernem Gestelle waren in Mansfeld in Gebrauch²⁾, in neuerer Zeit sind aber die letzteren meistens durch eiserne Gestelle ersetzt.

Bei allen Förderwagen, welche mit Sielzeugen geschleppt oder zusammengekoppelt werden sollen, geht unter dem Boden hindurch ein Zugeisen, welches an jeder Seite einen Ring trägt. Das Zugeisen ist ebenso, wie die Achsen, entweder direkt am Wagenboden oder am Gestelle befestigt. Andere Einrichtungen, bei denen kurze Zugeisen an beiden Enden des Wagens angeschraubt sind, erscheinen weniger zweckmäßig.

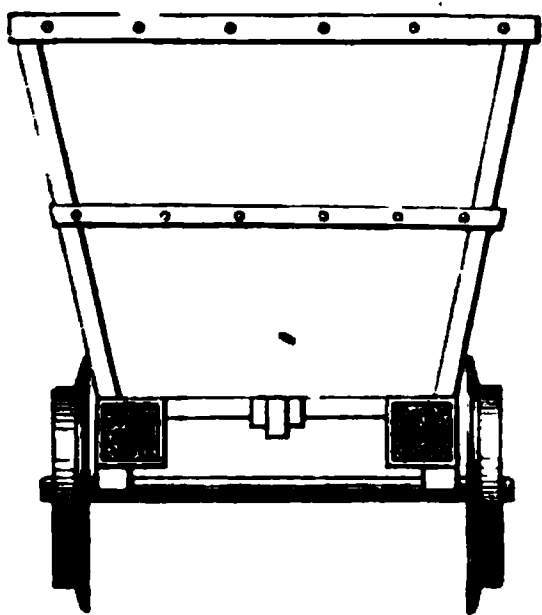


Fig. 345. Förderwagen mit Gestell.

§ 16. Förderwagen mit schiefem Kasten. — Um in den Förderstrecken wenigernachreißen zu müssen, hat man auf Grube Espérance in stehenden Flötzflügeln (dressants), wo die

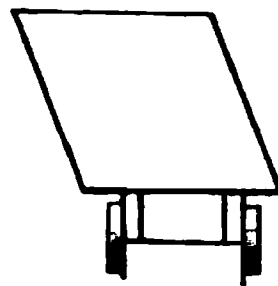


Fig. 346. Förderwagen mit schiefem Kasten.

Thürstöcke 85° Neigung haben, Wagen mit überhangenden Wänden (Fig. 346) aus 4 mm starkem Eisenblech angewendet³⁾.

§ 17. Gestellwagen. — Unter Gestellwagen versteht man bloße Gestelle mit Rädern und Plattform. Dieselben sollen entweder lose Kasten aufnehmen und sie unter den Schacht fahren, wo sie am Haspelseil angeschlagen werden, oder sie dienen zum Transporte von Holz, Maschinenteilen u. s. w. und sind dann zweckmäßig als Rollwagen⁴⁾ gebaut, d. h. derart, daß die Räder, um sie beim Auf- und Abladen nicht zu beschädigen, ganz unter dem Wagen liegen.

§ 19. Bühnenwagen. — Werden auf einen Gestellwagen mehrere Förderwagen geschoben, um das Umladen in größere zu vermeiden, so nennt man einen solchen, mit quer liegenden Fördergeleisen versehenen Wagen einen Bühnenwagen. Von diesen werden bei Pferdeförderung mehrere zusammengekoppelt.

1) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 59.

2) Ebenda. 1871. Bd. 19. S. 266.

3) Serlo, a. a. O. 1878. II. S. 28. — Berggeist. 1861. S. 271.

4) Ržiha, a. a. O. (1865.) S. 282.

§ 19. **Kippwagen.** — Kippwagen sind solche, deren Kasten sich beim Ausladen drehen läßt und sich dabei auf eine Abschrägung des Gestelles legt. Man unterscheidet Vorkipper und Seitenkipper, je nachdem sie nach vorne oder nach der Seite hin auskippen. Die Kippwagen sind wegen des Gestelles hoch gebaut und eignen sich deshalb nicht für Grubenförderung, wohl aber u. a. für Bergetransport über Tage, von einer am Schachte angebrachten Verladetasche bis zur Bergehalde.

§ 20. **Muldenwagen.** — Eine sehr zweckmäßige und vielfach, besonders in Oberschlesien und neuerdings auch in Westfalen beliebte Konstruktion für Wagen, welche ohne besonderen Kippvorrichtung entleert werden sollen, sind die Muldenwagen¹⁾. Bei ihnen bewegt sich der muldenförmige Kasten beim Stürzen wiegenartig auf dem Gestelle und wird in der tiefsten Stellung durch eine besondere Vorrichtung festgehalten. Beim Transporte wird der Kasten durch zwei seitlich angebrachte Haken in seiner Lage erhalten.

Ein solcher Wagen faßt für Bergetransport über Tage etwa 0,72 cbm und kostete 120 Mk. (im J. 1863). Auf der Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein sind eiserne Muldenwagen von R. Leder in Quedlinburg in Gebrauch, welche 1 cbm fassen, 900 kg wiegen, eine Ladefähigkeit von 2,50 t und einen Preis von 650 Mk. haben²⁾. In Saarbrücken sind besondere Berge-
wagen konstruiert³⁾.

§ 21. **Räder.** — Die Räder bestanden früher ausschließlich aus Gußeisen (Hartguß), neuerdings vielfach aus Gußstahl. Die letzteren sind zwar teurer nach Gewichtseinheit, weniger nach Stück, weil sie sehr leicht und dennoch haltbarer sind, als eiserne. Nach Saarbrückener Ermittlungen⁴⁾ betrug im Jahre 1877 der Verbrauch an Rädern:

- | | |
|--|--------|
| 1. aus getempertem Gußstahle nach dem Verfahren von Poulet und Dejaer in Lüttich | 0,6% |
| 2. aus ungetempertem Gußstahle | 9,8 - |
| 3. aus Gußeisen. | 30,0 - |

Die Räder sind entweder Scheibenräder mit und ohne Löcher oder Speichenräder. Bei Förderung in Diagonalen sind Scheibenräder ohne Löcher nicht brauchbar, wenn man bremsen muß, was durch Einstecken von dicken Holzstöcken in die Löcher oder Speichen geschieht.

Der Durchmesser der Räder ist möglichst groß zu nehmen, weil die Wagen dann leichter gehen; es dürfen aber die Wagen selbst nicht zu hoch werden. In Westfalen ist ein Durchmesser des Laufkranzes von 36,4 cm (am Spurkranze 41,0 cm), in Saarbrücken⁵⁾ ein solcher von 38 cm üblich. Ein solches Rad wiegt in Saarbrücken 14,5 bis 15 kg, ein Paar Räder mit Patentachse (§ 23) für 673 mm Spurweite 45,2 bis 52,1 kg. Unter 26,5 cm

1) Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 11. S. 264.

2) Ebenda. 1881. Bd. 29. S. 264.

3) Ebenda. 1870. Bd. 18. S. 43; 1872. Bd. 20. S. 373.

4) Ebenda. 1879. Bd. 27. S. 270.

5) Ebenda. 1864. Bd. 12. S. 460; 1885. Bd. 33. S. 465.

wird man nur bei sehr niedrigen Strecken herabgehen. Damit sich die Räder von vornherein gut einlaufen, müssen ihre Naben bei festen Achsen glatt ausgedreht sein.

Der Spurkranz wird nach dem Rande zu schwächer; dabei ist allerdings ein Entgleisen leichter möglich, aber gleichzeitig die Reibung geringer.

Der Laufkranz hat eine Breite von 26—46 mm und ist entweder cylindrisch oder konisch.

§ 22. **Achsen.** — Die bei den Grubenwagen gebräuchlichen Achsen sind zunächst danach verschieden, ob sie fest am Wagen, beziehungsweise am Gestelle angebracht sind, wobei die Räder sich drehen, — oder ob die Räder fest mit den Achsen verbunden sind, wobei letztere in besonderen Lagern laufen.

Im ersteren Falle haben die Achsen schwach konische, gut abgedrehte Zapfen, im anderen sind sie an der im Lager laufenden Stelle abgedreht. Um Stöße zu vermeiden, sind zwischen Wagen und Achsen bisweilen Gummischeiben angebracht.¹⁾

Die älteren Förderwagen hatten ausschließlich feste Achsen und bewegliche Räder; auch jetzt sind dieselben noch vorwiegend in Anwendung, weil die Wagen dabei leicht durch Krümmungen zu bringen sind und sich am billigsten stellen. Sie haben aber den Übelstand, daß die Radnaben sehr leicht verunreinigt werden, daß die Wagen in Folge dessen schwer gehen und Naben sowohl als Achsenzapfen sich schnell abnutzen. Außerdem verbraucht man dabei sehr viel Schmiermaterial, weil dasselbe leicht herausgepreßt wird und zum großen Teile schon beim Schmieren verloren geht.

Bei beweglichen Achsen und festen Rädern lassen sich diese Nachteile allerdings leicht beseitigen; die Wagen gehen aber beim Passieren von Kurven schwer, weil die Räder an der Außenseite der Kurven in gleicher Zeit einen größeren Weg zurücklegen müssen, als die anderen und deshalb von diesen gebremst werden, ein Übelstand, welcher mit der Spurweite wächst. Man hat deshalb am Harz bei großer Spurweite jedem Rade an Erzhausen eine besondere bewegliche Achse gegeben, welche in zwei Lagern läuft, erreicht aber denselben Zweck in neuerer Zeit weit einfacher durch die immer allgemeiner angewendete Einrichtung, daß man an beweglichen Achsen zwei über Kreuz stehende Räder fest und zwei beweglich macht, indem man bei zwei Rädern einen Splint in die Nabe eingreifen, bei den anderen jedoch nur durch den aus der Nabe hervorragenden Achsenzapfen gehen läßt, s. Fig. 347.

Auf gerader Bahn werden sich dabei nur die Achsen bewegen, weil sie in ihren Lagern gut geschmiert sind.

Die Achsen bestehen aus Schmiedeeisen und in neuerer Zeit vielfach aus Gußstahl.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1876, Bd. 24. S. 159.

§ 23. **Schmieren der Wagen.** — Das Schmieren der Wagen hat einen großen Einfluß auf die Förderleistung. Dasselbe muß in solcher Weise geschehen, daß bei möglichst geringem Aufwande an Material die Förderwagen gleichmäßig gut laufen.

Bei den gewöhnlichen festen Achsen mit beweglichen Rädern werden die Wagen, am besten in sogenannten Schmierwippen¹⁾ oder ähnlichen Vorrichtungen²⁾, auf die Seite gelegt. Darauf gießt man flüssiges Öl in die Nabe, während das Rad schnell umgedreht wird; bei Anwendung konsistenter Schmiere, welche nach dem Abnehmen des Rades mit einem Pinsel aufzutragen ist, geht allerdings weniger Material, aber mehr Zeit verloren. Dabei muß jeder Wagen in einer Schicht mindestens einmal geschmiert werden.

Die Bemühungen, bei festen Achsen und beweglichen Rädern Schmiervorrichtungen an den letzteren anzubringen, um ohne Materialverlust eine gleichmäßige Schmierung für längere Zeit zu erreichen³⁾, haben sich keinen allgemeinen Eingang verschafft, weil die Räder dabei zu schwer und teuer wurden.

Von besserem Erfolge waren dieselben Bemühungen bei festen Achsen begleitet und sind in dieser Beziehung besonders die Schmiervorrichtungen von Köpe⁴⁾ und von Evrard⁵⁾ zu erwähnen.

Bei der ersteren (Fig. 347) ist in dem Achsenlager unter der Achse eine Lage Filz und über derselben eine Schmierkammer *s* angebracht,

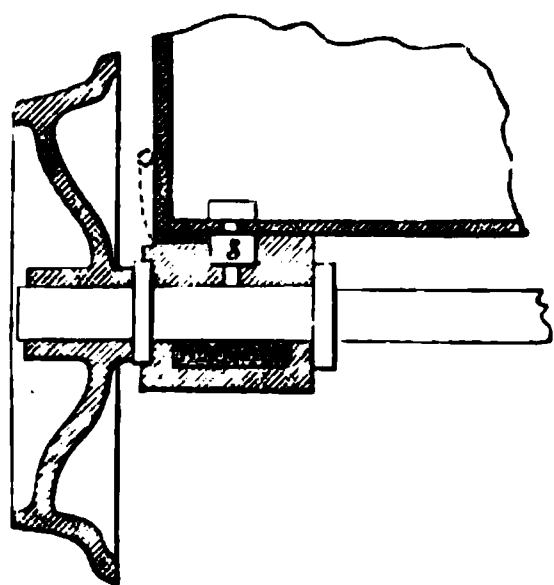


Fig. 347. Köpe'sche Schmierbüchse.

welche durch eine im Wagenboden befindliche, durch eine Schraube verschließbare Öffnung ihre Füllung erhält. Hierbei ist es schwer zu vermeiden, daß nicht Kohlenstaub u. s. w. mit in die Schmierkammer fällt, und hat man deshalb die letztere mit einem Rohr versehen, welches an der Außenseite des Wagens in eine mit einem Deckel versehene Schmierbüche ausläuft.

Die Patentachse von Evrard besteht aus einer beweglichen Achse *a* (Fig. 348, 349, 350), welche von einem die Schmierkammer bildenden hohlen Cylinder *b* umgeben ist.

Der letztere wird durch den mit einer Schraube verschließbaren Ansatz *c* gefüllt und mit den Lagern *d* am Bogen des Wagens oder am Gestelle befestigt.

Die Schmiere arbeitet sich allmählich nach den tragenden Stellen hin,

1) Preuß. Ztschr. 1855. Bd. 2 A. S. 374. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1865. S. 143.

2) Ebenda. 1885. Bd. 33. S. 228. (Pannek zu Concondiagrube O. S.)

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1867. S. 286. — Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2 A. S. 374; 1859. Bd. 7. S. 179.

4) Glückauf. 1869. Nr. 14; 1870. Nr. 19 u. 29. — Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 146; 1870. S. 170. — Polyt. Zentralbl. Leipzig 1869. S. 644.

5) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1863. S. 179.

ist aber durch das genaue Anschließen der Radnabe an die Schmierbüchse am Austreten verhindert.

Die Evrard'sche Patentachse ist in Saarbrücken und Westfalen viel in Anwendung. Sie braucht, ebenso wie die Köpe'sche, nur alle 4—8 Wochen frisch gefüllt zu werden und erhält während dieser Zeit die Wagen in gleichmäßig guter Schmierung.

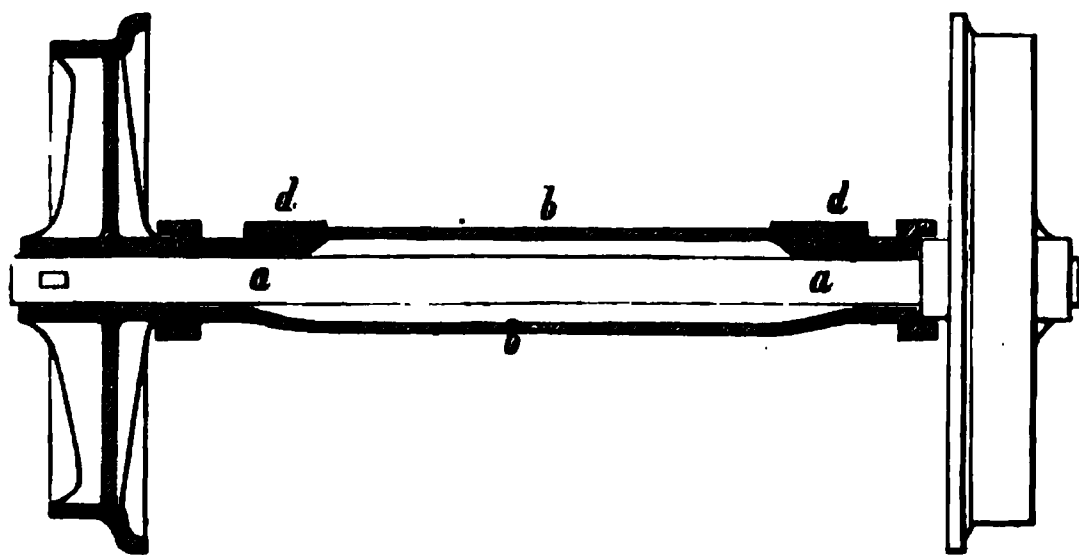


Fig. 348.

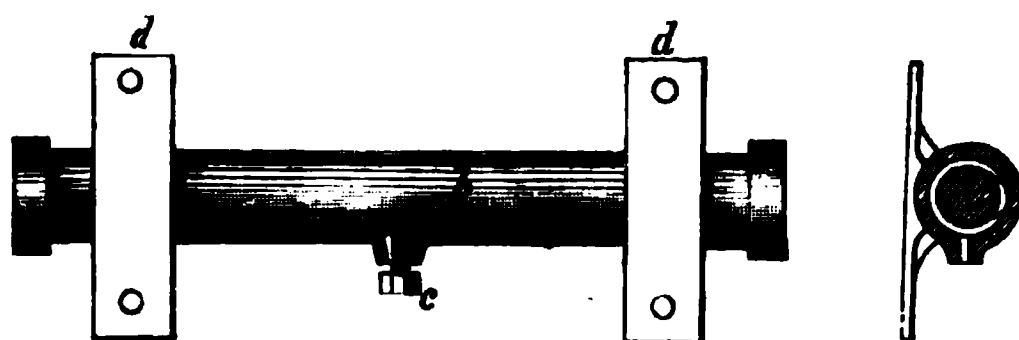


Fig. 349 und 350. Patentachse von Evrard.

Die Schmiere wird bei diesen Vorrichtungen, um das Verdicken des Öles zu vermeiden, in konsistenter Form eingebracht und zwar in der Regel mit einer Handspritze; in Friedrichsthal bei Saarbrücken benutzt man zu demselben Zwecke einen Schmierkessel¹⁾ aus einem alten Dampfkesselfeuerrohr, aus welchem die Schmiere mit Hilfe einer Luftpumpe durch einen mit Absperrhahn versehenen Gummischlauch in die Radbüchsen gedrückt wird.

Übrigens ist man vielfach von der Anwendung dieser Patentachsen wieder abgegangen, weil sich dieselben sowohl in Bezug auf Anschaffung, als auch, wegen der häufig vorkommenden Brüche in der Unterhaltung, als zu kostspielig erwiesen haben.

Auf Zeche Fortschritt bei Dux in Böhmen sind die Patentachsen durch folgende einfache, billige und zweckmäßige Vorrichtung ersetzt; siehe Fig. 351 u. 352, S. 322. Die beweglichen Radachsen haben an ihren Enden eine, mit Schraubengewinde versehene Höhlung *b* von 80 ccm Inhalt, von welcher aus eine rechtwinklig verlaufende Bohrung an der tragenden Stelle unter dem Achsenlager mündet. Durch Drehung einer, in die Schmier-

1) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28. S. 250; 1885. Bd. 33. S. 228.

kammer passenden, mit Liderung versehenen Schraube *c* wird die Schmiere herausgepreßt. Die Schraube wird mit Hilfe eines Schlüssels alle 3 Tage um $\frac{1}{4}$ Windung gedreht. Mit dem Stifte *a* wird eines der Räder auf jeder Achse festgestellt.



Fig. 351 und 352. Schmiervorrichtung auf Zeche Fortschritt bei Dax in Böhmen.

Die Achsenlager *d* sind halbe, unten offene; um das Herausfallen der Achsen zu verhindern, sind unter denselben einfache Bandeisen *e* angebracht.

b. Förderbahnen.

§ 24. Deutsches Gestänge. — Die Sohle der Strecken und Abbaue ist die naturgemäße Förderbahn und wird als solche bei Schlitten- und Karrenförderung auch häufig benutzt.

Das nächste Stadium in der Entwicklung der Förderbahnen ist das Belegen einer unebenen oder weichen Sohle mit Laufpfosten. Dieselben genügten für die Förderung mit Karren, ungarischen und Spurnagelhunden, anfänglich auch für deutsche Hunde (Wagen), indem man die Laufpfosten auf beiden Seiten mit Spurlatten benagelte.



Fig. 353. Deutsche Förderbahn.

Die sogenannte deutsche Bahn wurde dann weiter in der Art verbessert, daß man auf hölzerne Schwellen Straßbäume von gleichem Material legte und auf diesen eiserne Winkelschienen mit versenkten Nägeln befestigte (Fig. 353), so daß die Räder auf Eisen liefen und auch durch eiserne Spurlatten auf der Bahn erhalten wurden.

Anmerkung. Derartige Holzbahnen (deutsches Gestänge) waren es jedenfalls auch, welche nach v. Reden's geschichtlicher Einleitung zu seinem »Deutschen Eisenbahnbuche«¹⁾ schon vor 300 Jahren beim deutschen Bergbau bekannt waren und unter Königin Elisabeth (1558—1603) durch Harzer Bergleute nach

¹⁾ Berggeist, 1867. Nr. 62.

England verpflanzt wurden¹⁾, wo dann im Jahre 1767 ein Eisenwerksbesitzer (Benjamin Curr) bei ungewöhnlich niedrigen Eisenpreisen auf den Gedanken kam, die hölzernen Bahnen provisorisch mit gußeisernen Schienen zu belegen, um letztere bei steigenden Eisenpreisen eventuell wieder aufzunehmen und einzuschmelzen.²⁾

Damit war der Übergang zu den englischen Bahnen gegeben, welche zuerst gleichfalls aus Holz bestanden haben, später aus Eisen und Stahl hergestellt sind.

Alle Förderbahnen müssen in Richtung und Neigung möglichst gleichmäßig sein und auch eine an allen Punkten gleiche Spurweite haben, damit die Wagen weder durchfallen, noch die Räder festgehalten werden können.

In letzterer Beziehung ist vor allem darauf zu sehen, daß die eisernen und stählernen Schienen bei wichtigeren Bahnen gleichzeitig mit dem Befestigen auf den Schwellen auch gerade gerichtet werden.

§ 25. **Spurweite.** — Im allgemeinen eignet sich eine geringe Spurweite besser zum Passieren von Krümmungen, als eine große, während bei dieser die Förderwagen einen stabileren Gang haben. Die Spurweite schwankt zwischen 50 und 78 cm, gewöhnlich beträgt sie etwa 63 cm, geht aber bei engen und vielfach gekrümmten Strecken auf 44 cm herab. Während die Spurweite in England, wo sie im Durchschnitte gleichfalls 63 cm beträgt, bis auf 126 cm steigt³⁾, hat man in Saarbrücken meist eine solche von 68 cm eingeführt.

§ 26. **Englisches Gestänge. Geschichtliches.** — Anfänglich bestand das englische Gestänge aus buchenen Latten, welche auf hölzernen Schwellen (Stegen) befestigt waren. Dieselben sind noch jetzt in Gebrauch und zwar da, wo wegen sehr starker Neigung der Bahn das Abbremsen und Halten der Wagen auf eisernen Gestängen schwierig ist.

1738 nagelte man Flacheisen auf die Stangen⁴⁾, um die Abnutzung zu verhüten, und hat solche Bahnen am Harz bis zur Einführung der T-Schienen noch in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts in Gebrauch gehabt. Im Jahre 1775 legte der Maschinendirektor Friedrich zu Clausthal eiserne Schienen von der Grube Dorothee bis zum Pochwerke und konstruierte den dazu gehörigen Hund mit Spurkranzrädern.

1810 fand diese Wagenkonstruktion ihren Weg nach England, wo Stephenson die erste Lokomotive darauf setzte⁵⁾.

§ 27. **Hölzernes Gestänge.** — Die Befestigung der hölzernen Gestänge geschieht, indem man sie entweder in die eingeschnittenen Schwellen legt und in vorgebohrte Löcher hölzerne Pflöcke



Fig. 354.

Hölzernes englisches Fördergestänge.

1) Ržiha, Tunnelbaukunst. 1867. S. 255 u. 256 aus Agricola de re metallica.

2) Hoppe, Die Bergwerke etc. S. 191. 3) Preuß. Ztschr. 1882. Bd. 10. S. 57.

4) Ržiha. 1867. S. 255 u. 256. 5) Berggeist. 1867. Nr. 62. — E. Behm in Dr. A. Petermann's Mitteil. über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesamtgebiete der Geographie; Ergänzungsband Nr. 19. S. 14.

schlägt, oder mit seitlich angebrachten Holzkeilen von der in Fig. 354, S. 323 angedeuteten Form. Die Stege liegen 1 m auseinander.

§. 29. **Eiserne Gestänge.** — Die ersten eisernen Schienen bestanden aus etwa 63 cm langen gußeisernen Stücken, siehe § 26, welche mit Nägeln auf hölzernen Straßbäumen befestigt wurden. Später ging man zu gewalzten Schienen über, welche nach und nach die verschiedensten Formen erhielten, aber so viel Tragfähigkeit hatten, daß man sie ohne Straßbäume direkt auf Schwellen legen konnte.

Die einfachste Form haben die Hochkantschienen, von 13 mm Breite und

52 mm Höhe, welche mit hölzernen Keilen in den Schienen befestigt werden (Fig. 355, 356). Derartige Schienen werden im böhmischen Braunkohlenreviere zweckmäßig angewendet, um mit scharfen Krümmungen von der Hauptbahn in die Abbaue gelangen und hier die Wagen, ohne weiten Schaufelwurf oder Zutragen in Schwingen, füllen zu können; sie lassen sich bei drohendem Bruche (S. 286) wegen ihrer Leichtigkeit schnell entfernen und wieder neu verlegen.

Auf Hauptbahnen gab man den Hochkantschienen, weil sie die Laufkränze der Räder zu rasch einschnitten, die in Fig. 357 und 358 angedeuteten Formen, welche nach und nach in Z- und I-Form und weiter in Chair- (●), und endlich in die jetzt allgemein gebräuchlichen Flügelschienen (Vignol- oder T-Schienen) mit Fußübergängen. Außerdem sind noch die Brückenschienen (⌒) zu erwähnen.

Die Z-, Chair- und I-Schienen wurden entweder ebenfalls, wie die Hochkantschienen, in hölzernen Schwellen mit Keilen, oder in gußeisernen Stühlchen, welche man auf den Schwellen festnagelte, mit eisernen Keilen befestigt¹⁾, während man die Brückenschienen²⁾ direkt auf den Schwellen festnagelt.

§ 29. **Die Flügelschienen** werden bei Anwendung hölzerner Schwellen, oder Steinsockel mit Löchern und eingeschlagenen Holzpflöcken, ebenfalls einfach aufgenagelt, und zwar mit Hakennägeln, wie bei Lokomotivbahnen.

Von eisernen Schienen wiegt das Doppelmeter für Nutzlasten von 500 bis 600 kg etwa 20—22,5 kg. Dieselben werden aber immer mehr durch solche aus Gußstahl bzw. Flußstahl verdrängt; welche zwar, nach Gewicht berechnet, etwas teurer sind als eiserne Schienen; für das laufende Meter Förderbahn ist aber die Preisdifferenz gegen die schwereren Eisenschienen nicht bedeutend. Außerdem halten die Gußstahlschienen länger und können als altes Material höher verwertet werden.

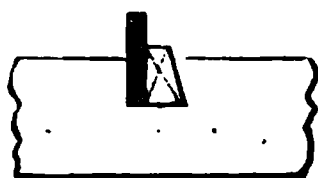


Fig. 355.

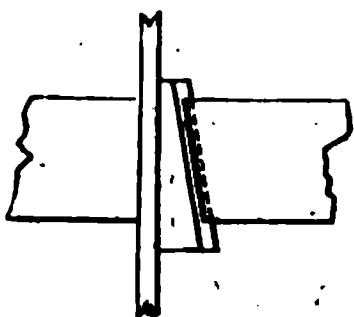


Fig. 356.

Engl. Gestänge mit Hochkantschienen.



Fig. 357. Fig. 358.
Eisernes Fördergestänge.

1) Preuß. Zeitschr. 1853. Bd. 2 A. S. 372.

2) Ebenda. 1862. Bd. 40. S. 58.

Einige der am meisten gebrauchten Sorten von Stahlschienen haben nach einem Verzeichnisse des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation folgende Dimensionen und Gewichte :

Nr.	Höhe	Kopfbreite	Fußbreite	Dicke	Gewicht pro m
		in mm			
2 ³ / ₄	44,5	48	35	5	4,37 kg
2 ³ / ₄ a	55	48	35	4	4,37 -
3	46	20	35	6	4,73 -
3 a	60	20	40	4	4,73 -
4	50	25	44	6	6,37 -
4 ¹ / ₄	65	25	50	5	6,77 -
5	56	26	49	7	7,96 -
6	62	28	55,5	8	9,56 -

Die Nummern bedeuten gleichzeitig das Gewicht in Pfund pro Fuß rheinisch. In Saarbrücken wiegt das leichteste Profil (Nr. 4) bei einer Höhe von 47,5 mm, 33 mm Kopf-, 40 mm Fuß- und 5 mm Stegstärke 5,75 kg für das laufende Meter.

Bei diesen Schienen betragen die Gesamtkosten für 1 m einspurige Bahn mit Eichenschwellen in Stahl 2,14 Mk., in Eisen 2,02 Mk., mit Nadelholzschwellen bezw. 1,93 und 1,82 Mk., mit Schwarten als Schwellen bezw. 1,84 und 1,73 Mk. Für die Pferdeförderung, sowie für Bremsberg- und maschinelle Streckenförderung mit stehenden Maschinen hat das in Saarbrücken allgemein gebräuchliche Profil 79 mm Höhe, 28 mm Kopf-, 64,5 mm Fuß-, 6 mm Stegbreite und für das laufende Meter Schiene ein Gewicht von 11 kg.

Bei diesem Profil III, welches nur auf Eichenschwellen befestigt wird, betragen die Kosten für 1 m einspurige Bahn :

a. In Stahl

	mit Laschen	ohne
An Material . . .	3,77 Mk.	3,36 Mk.
An Arbeitslohn . .	0,35 -	0,35 -
Im Ganzen	4,12 Mk.	3,71 Mk.

b. In Eisen

An Material . . .	3,55 Mk.	3,14 Mk.
An Arbeitslohn . .	0,35 -	0,35 -
Im Ganzen	3,90 Mk.	3,49 Mk.

Im allgemeinen ist es unzweckmäßig, aus Billigkeitsrücksichten die niedrigsten Profile zu wählen, weil diese zu leicht verschmieren, so daß die Spurkränze sehr bald in zähem Schmutze laufen, was auf die Förderleistung einen sehr ungünstigen Einfluß hat. Diesem Übelstande hilft man am besten durch Gußstahlschienen ab, welche bei der Festigkeit des Materials dünner und höher sein können, ohne schwerer und wesentlich teurer zu werden, als Eisenschienen.

§ 30. Befestigung der Flügelschienen auf eisernen Schwellen. — Die Befestigung der Schienen auf gußeisernen Schwellen mit Stöhlchen¹⁾, hat sich keinen allgemeinen Eingang verschafft; dasselbe ist mit dem weit einfacheren und billigeren Legrand'schen System²⁾ (Fig. 359) der Fall.



Fig. 359.
Schienenbefestigung in eisernen
Schwellen nach Legrand.

Dagegen sind in neuerer Zeit mehrere Arten von eisernen Schwellen vorgeschlagen, nämlich diejenigen von Matthieu in Bochum und von dem Hüttenwerke Phönix in Laar bei Ruhrort. Die Schienen der ersten Art werden befestigt, indem sie auf vorher festgebettete eiserne Schwellen von trapezförmigem Querschnitte gelegt und mit der einen Seite des Schienenfußes unter einen auf der Schwelle festgenieteten Lappen *a* (Fig. 360, 361) geschoben werden. Sodann wird durch ein Loch in der Schwelle eine Klammer *b* gleichzeitig über die andere Seite des Schienenfußes und unter den Deckel der Schwelle gebracht. Zwischen dem Rücken dieser Klammer und einem



Fig. 360.
Schienenbefestigung auf eisernen Schwellen nach Matthieu.



Fig. 361.

zweiten festgenieteten Lappen *c* wird ein Keil *d* eingeschlagen, welcher die Klammer antreibt und festhält. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, in Pferdeförderstrecken die Keile nicht im Innern der Geleise anzubringen, sondern auswendig, weil sie sonst von den Pferden leicht herausgetreten werden.

Bei der Phönixer Befestigungsart sind dieselben Lappen auf den Schwellen festgenietet, jedoch so, daß sie sich abwechselnd auf der inneren und äußeren Seite der Schienen befinden und dieselben ohne jede andere Vorkehrung festhalten. Beim Bahnlegen werden die Schwellen schräg unter die Schienen gelegt und in die richtige Lage geschlagen. Dabei lassen sich jedoch die Schwellen nicht so fest legen, wie die vorigen, auch sind sie nur für einfaches Geleise verwendbar und bei ihrer größeren Einfachheit, sowie wegen der leichten und schnellen Herstellung der Bahnen sehr gut für Ab-

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 71.

2) Ebenda. 1872. Bd. 72. S. 273.

baustrecken geeignet, während sich die Matthieu'sche Schwelle für Hauptförderstrecken empfiehlt.

Bei einer andern, gleichfalls von Matthieu (D. R. P. No. 44 462) in Bochum angegebenen Befestigung der Schienen auf eisernen oder stählernen Querschwellen werden diese schwalbenschwänzig eingeschnitten und ähnlich einer früher bei den Hochkantschienen erwähnten Art mit federnden Keilen aa' (Fig. 362 und 363) befestigt. Fig. 364 zeigt die Schwelle im Querschnitt.



Fig. 362.



Fig. 363.



Fig. 364.

Neuere Befestigung von Schienen nach Matthieu.

Diese Befestigungsart zeichnet sich vor allem durch ihre Einfachheit aus und empfiehlt sich auch dadurch, daß man die Schwellen vor dem Einlegen der Schienen fest und sicher verlagern kann.

Immerhin sind die ersten Anschaffungskosten der vorhin genannten eisernen Schwellen nicht unerheblich teurer, als diejenigen hölzerner, und wird deshalb auf Gruben, wo es billiges Eichenholz giebt, die Anwendung hölzerner Schwellen vielfach vorgezogen.

Endlich hat der Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation die durch die Fig. 365 u. 366 dargestellte Schwelle angefertigt, auf denen die Schienen mit einer Schraube und Lappen oder mit zwei Schrauben befestigt werden. Dieser hauptsächlich für Feld- und Waldbahnen konstruierte Oberbau kann ohne irgend welche Bettung direkt auf die Sohle gelegt werden.

Bei 575 mm Spurweite kostet eine Schwelle von der in Fig. 365 u. 366 angegebenen Größe (System B) 45 \mathcal{M} , während eine größere Sorte (System A) 60 \mathcal{M} und eine kleinere (System C) 40 \mathcal{M} kostet. Die B-Schwelle würde also schon mit der Schwelle aus Eichenholz, welche in Westfalen etwa 50—53 \mathcal{M} kostet, konkurrieren können.

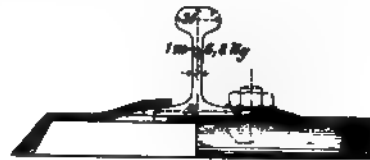


Fig. 365 und 366.
Eiserne Schwellen (System B) des Bochumer Vereins
für Bergbau und Gußstahlfabrikation.

§ 31. **Runde gewalzte Schienen.** — In den Dachschieferbrüchen bei Bangor in Nord-Wales ¹⁾ hatte man runde gewalzte Schienen in Gebrauch, welche an beiden Enden mit Haken versehen waren (Fig. 367) und ohne



Fig. 367. Runde Schienen.

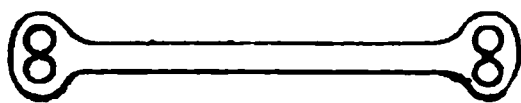


Fig. 368. Gußeiserne Stege für runde Schienen.

weitere Befestigung in gußeisernen Stege (Fig. 368) mit je zwei runden Löchern an jedem Ende gelegt wurden. Die Schienen sind 3,80 — 4,80 m lang, 40 mm dick und lassen sich leicht verlegen, so daß sie sich für Bahnen eignen, deren Richtung oft verändert werden muß.

§ 32. **Befestigung der Flügelschienen auf der Sohle.** — In Mansfeld ²⁾ befestigte man die Schienen bei fester Sohle direkt auf dieser, indem man, wie bei Anwendung von Steinsockeln am Harz, Löcher in die Sohle bohrte und Hakennägel in die eingetriebenen Holzpflöcke schlug. Bei etwaiger Neigung der Sohle legte man keilförmig zugeschärfte Eichenbretter unter die Schienen.

§ 33. **Sontige Regeln für das Legen der Schienen.** — Nach dem Vorgange der Lokomotivbahnschienen läßt man auch die Grubenschienen nicht mehr auf den Schwellen, sondern zwischen denselben wechseln, weil man die Erfahrung gemacht hat, daß im ersteren Falle die Schienenenden aufgebogen und die Nägel gelockert werden; nur legt man die Schwellen, deren Entfernung sonst von Mitte zu Mitte 4 m beträgt, an den Schienenwechseln etwas enger.

Auch insofern dienen die Lokomotivbahnen als Muster, als man bei hohen Grubenschienen, wie sie bei der Pferde- und maschinellen Förderung verwendet werden, die Enden mit Laschen und Schrauben verbindet, um ein seitliches Verschieben der Enden und damit Entgleisungen zu verhüten.

In Kurven muß, ebenfalls aus letzterem Grunde, die äußere Schiene etwas höher liegen als die innere.

§ 34. **Neigung der Förderbahnen.** — Bei einer vollkommenen Förderbahn soll das Heraufbewegen der leeren und das Abwärtsbewegen der vollen Last gleichen Kraftaufwand beanspruchen. Die hierzu erforderliche Neigung hängt wesentlich von der Beschaffenheit der Bahn, von der Schmiervorrichtung und vom Verhältnisse $d : D$ ab, wenn d der Durchmesser des Achsenzapfens, D derjenige des Rades am Laufkranze ist. Je kleiner dieser Bruch ist, um so leichter läuft der Wagen; demnach schwankt die Neigung der Förderbahn zwischen 4 und 6 auf 1000.

Allerdings verliert man, wenn die Förderbahn nicht horizontal gelegt ist, an Abbauhöhe, was jedoch nur dann wesentlich ins Gewicht fällt, wenn man eine tiefere Sohle nicht in Aussicht nehmen kann.

1) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 58.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1863. S. 238.

Bei der Berechnung der Neigung für Förderbahnen¹⁾ wird es darauf ankommen, zunächst die bestimmten Faktoren zu ermitteln, welche bei Steinkohlengruben in runden Zahlen auszunehmen sind, wie folgt:

Gewicht der Ladung	500 kg
Gewicht des Wagens	250 -
Durchmesser des Zapfens (d)	4 cm
- Rades (D)	40 -

Für den Koeffizienten der Zapfenreibung nimmt v. Hauer die Werte 0,054, bei Patentachsen dagegen 0,07—0,14 bei periodischer Schmierung (festen Achsen und beweglichen Rädern), sowie für rollende Reibung 0,11 an.

Im allgemeinen kann man es als Erfahrungszahl betrachten, daß die gesamten Widerstände bei dem Transporte einer 1000 kg schweren Last auf Grubenschienen zwischen 12,35 und 21,76 kg oder zwischen $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{4}$ einer beliebigen Last schwanken.

§ 35. **Neigung der Förderbahnen für selbständiges Abrollen der Wagen.** — Nach dem Vorgange in Belgien giebt man auf einzelnen Gruben den Bahnen zum Abschlagepunkte sowohl, als zum Anschlagepunkte eine solche Neigung, daß die Wagen freiwillig von einem Punkte zum andern laufen, wofür in Belgien ein Verhältnis von 10 bis 15 auf 1000, auf Zeche Wittwe und Barop in Westfalen an den Bremsbergen von 13, am Schachte wegen der nassen Platten nur von 9,8 auf 1000 besteht. Man erspart dadurch viel Arbeitskräfte²⁾.

Beim Transporte der Wagen zwischen Hängebank und Sturzbühne stellt man zu diesem Zwecke zwei schiefe Ebenen nebeneinander her, eine für die vollen, eine für die leeren Wagen (Rücklaufbahn). Sowohl am Schachte, als auch an der Sturzbühne werden die Wagen zur Ersparung maschineller Einrichtungen eine Strecke mit steilerem Ansteigen hinaufgeschoben, um die nötige Höhe zu gewinnen, und sodann abgestoßen.

Hierbei ist es jedoch notwendig, daß alle Wagen gleich gut laufen, was nur bei gutem Zustande der Achsen und guter Schmierung zu erreichen ist.

§ 36. **Hängende Förderbahnen.** — Bei gebräucher und unebener Sohle hat man in Rive-de-Gier und im Departement Mayenne et de la Sarthe die Schienen nicht auf die Sohle gelegt, sondern nach einer Angabe von Palmers an der Zimmerung aufgehängt. Auf der Schiene a (Fig. 369) läuft eine Rolle b , von welcher eine gekröpfte Trageschiene c so nach unten geführt ist, daß die anhängende Last mit ihrem Schwerpunkte unter die Rolle kommt³⁾.

Fig. 369.
Hängende Förderbahn.

¹⁾ v. Hauer, Fördermaschinen der Bergwerke. Leipzig 1884. S. 84 ff. — Ržiha, Tunnelbaukunst. Lief. 3. Kap. 11.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 72.

³⁾ Serio, a. a. O. 1884. II. S. 48.

Auch über Tage sind derartige Schienenwege für kurze Strecken angewendet¹⁾. Für längere Strecken bedient man sich in neuerer Zeit der Seilbahnen (Kap. XIX). Dieselben eignen sich jedoch in kleinerer Ausführung auch für den Gebrauch in der Grube; u. a. war eine Seilbahn mit Leitseil und Treibseil (§ 155) im Rammelsberge bei Goslar in Anwendung, um Füllberge von der unteren Feldortstrecke durch das Absinken in die Firste zu ziehen, bis man die Füllberge durch einen inzwischen hergestellten Nebenschacht von oben her in den Abbau stürzen konnte. Sogar für den Kohlentransport vor einem Abbaustoße bis zur Förderstrecke wird auf der Steinkohlengrube Neu-Prick (Bergrevier Aachen) eine fliegende Seilbahn angewendet²⁾.

c. Bahnwechsel.

§ 37. **Feste Weichen.** — Um einen Förderwagen aus einem Geleise in ein anderes zu bringen, sind Wechsel oder Weichen, Wendeplätze mit Wechselplatten und Drehscheiben erforderlich. Alle diese Einrichtungen müssen derart sein, daß der Übergang der Wagen sich leicht, schnell und sicher vollzieht, und daß diese vor Beschädigungen möglichst gesichert bleiben.

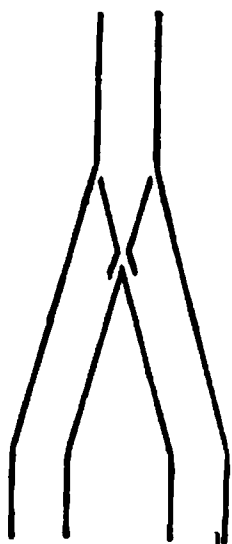


Fig. 370. Weiche mit festen Zungen.

Solche Bahnwechsel kommen besonders in Förderstrecken mit einem Geleise, oder in solchen mit zwei Geleisen vor, wenn andere Strecken in dieselben einmünden, außerdem aber auch in Bremsbergen.

Die einfachste Form der Wechsel ist diejenige, bei welcher alle Teile fest sind (Fig. 370). Da aber hierbei die Wagen nach der Seite, in welcher sie einlaufen sollen, angedrückt werden müssen, so eignet sich diese Weiche nur für Menschenförderung, während man für Pferde- und maschinelle Förderung Weichen mit beweglichen Teilen anbringen muß. Man unterscheidet hierbei Zungenweichen und Stoßweichen.

§ 38. **Zungenweichen.** — Bei den Zungenweichen (Fig. 371) hat man Spitzen (Zungen), die sich um Bolzen drehen und mit welchen die betreffenden Geleise geöffnet oder geschlossen werden.

Dies geschieht entweder durch einfaches Verschieben mit der Hand oder dem Fuße, oder nach Art der Lokomotivbahnen durch Zugstangen, welche an den Zungen angebracht und durch Hebel von einem Bocke aus bewegt werden (Bockweichen).

Bei Wechseln, durch welche die Förderwagen stets in derselben Richtung laufen, wie in Fig. 372, wo der gefiederte Pfeil die Richtung der gefüllten, der andere diejenige der leeren Wagen andeuten soll, ist anstatt der

¹ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862. S. 184.

² Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 243; 1883. Bd. 31. S. 499.

Zugstange ein Gummiseil a angebracht¹⁾, welches die beiden Zungen b und c immer in der gezeichneten Stellung, also z. B. für die leeren Wagen offen erhält. Durch die Spurkränze der vollen Wagen werden die Zungen zur Seite gedrängt, nach dem Passieren derselben werden sie durch das Gummiseil wieder angezogen.

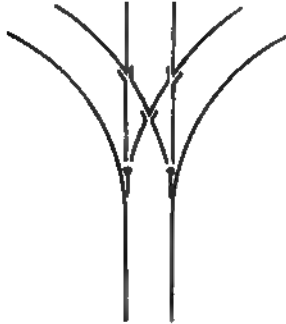


Fig. 371. Weiche mit beweglichen Zungen.

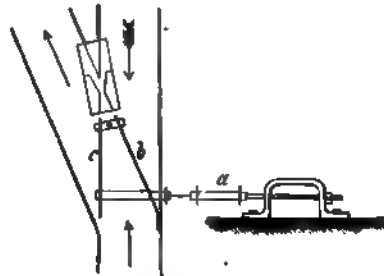


Fig. 372. Selbstthätige Weiche mit Gummiseil.

Bei besseren Bahnen werden die Kreuzungen der Schienen nicht aus Stücken derselben, sondern durch sogenannte Herzstücke (Fig. 373) hergestellt, d. i. durch Platten aus Hartguß mit Rippen, vor welche die Schienen als deren Fortsetzung vorgestoßen werden.

Fig. 374 zeigt eine Weiche, bei welcher die Wagen ihr Geleise nicht verlassen; man wendet dieselbe an, um bei Pferdeförderung enge Stellen, z. B. Dammthüren (Abschn. VII, § 117) zu passieren.


Fig. 373.
Herzstück

Eine zweckmäßige, gußeiserne Weiche, wie sie auf Adelsnhütte bei Nieder-Zündorf a. Rhein angefertigt wird, ist in Fig. 375 dargestellt.

Fig. 376 und 377 sind Weichen für Bremsberge und Förderstrecken, welche in engen Dimensionen


Fig. 374. Zwei Geleise zu einer
Weiche zusammengezogen.

Fig. 375.
Weiche von Adelsnhütte a. Rh.

gehalten werden, auf der Mitte aber eine Gelegenheit zum Ausweichen der vollen und leeren Wagen bieten müssen. Bei Anwendung von drei Schienen

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 71.

wie in Fig. 377, geht das Ausweichen von selbst; hat man jedoch nur zwei Schienen, so muß man entweder selbstthätige Weichen nach Art der



Fig. 376.
Förderbahnen mit Ausweichstellen.

Fig. 377.

Fig. 378. Förderbahn mit
2 und 3 Schienen.

Gummiweichen einlegen oder, wie es auf den Kohlenwerken der österr. Staatsbahngesellschaft geschieht, den Bremsgestellen auf der Seite der äußeren, durchgehenden Schienen Räder mit doppeltem Spurkranz geben. Vergl. § 67.

Sehr geeignet für Bremsberge und einfal-
lende Strecken ist auch
das Geleise Fig. 378,
welches unter der Aus-
weichestelle aus 3, über

derselben aus 2 Schienen besteht. Die bewegliche Zunge *z* stand in der punktierten Stellung, als der Zug *e* einlief, während sie der Zug *l* selbstthätig zur Seite geschoben hat. In dieser Stellung wird die Zunge verbleiben, bis der nächste abwärts laufende Zug passiert ist, während sie der aufwärts kommende wiederum in die punktierte Lage bringt.

§ 39. **Stoßweichen.** — Unter Stoßweichen versteht man solche, bei denen nicht eine Zunge, sondern ein volles Stück Gestänge um einen Bolzen drehbar ist (Fig. 379). Dieselben sind u. a. auf Zeche ver. Hamburg bei Annen (Westfalen) neben den Gummiweichen sehr beliebt, weil sie einfach, zuverlässig und wenig reparaturbedürftig sind, sich auch einer komplizierten Schienenkreuzung am besten anpassen lassen.

Fig. 379. Stoßweiche.

§ 40. **Drehscheiben.** — Bei der Grubenförderung wendet man Drehscheiben kaum an, weil sie teuer und reparaturbedürftig, außerdem aber auch unnötig sind, sobald man die Förderwagen nicht größer nimmt, als daß ein Mann sie bequem bewegen, folglich auch auf einer festen Wechsellplatte drehen kann.

Bei größeren Lasten, wie sie u. a. beim Transporte der Berge über

Tage¹⁾ vorkommen, treten Drehscheiben ebenso in ihre Rechte, wie bei Lokomotivbahnen.

§44. **Wendeplätze.** — An Stellen, wo mehrere Geleise sich kreuzen, wie an den Mündungen der Grundstrecken in einen Querschlag, oder wo man die Möglichkeit haben muß, in mehrere Geleise einfahren zu können, wie auf Hängebänken, Füllörtern u. s. w., werden bei gewöhnlichen Förderwagen keine Drehscheiben, sondern Wendeplätze mit Wechselplatten oder Vertische bezw. Einlaufplatten angewendet.

Die Wechselplatten (Fig. 380, 381) bestehen am besten aus Gußeisen, weil Schmiedeeisen sich mit der Zeit wirft, zu glatt wird und teurer ist. Die Seitenlänge einer Wechselplatte ist immer etwa 20 cm größer als die Spur-

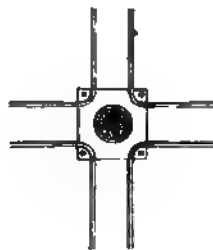


Fig. 380.

Wendeplätze.

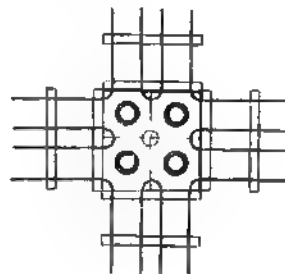


Fig. 381.

weite, ihre Stärke 16—20 mm, wenn man sie (etwa wie ein Bild) einrahmt, nachdem in den Rahmen ein Holzboden gelegt ist. Da die Platten somit überall aufliegen, so springen sie trotz ihrer geringen Stärke nicht leicht; dasselbe ist zu erreichen, wenn die Platten in eine 26 mm dicke Lage von hydraulischem Mörtel gebettet werden²⁾. Geschieht beides nicht, so müssen die Platten bis 26 mm stark sein.

Die Wechselplatten haben aufgegossene Rippen, eine ringförmige in der Mitte zur Führung der Spurkränze, sowie eine von der Größe eines Viertelkreises an jeder Ecke zum Anschlusse der Geleise.

Um an Gewicht zu sparen, bleibt der Raum innerhalb der ringförmigen Rippe leer.

Die Einlaufplatten *a* und *b* (Fig. 382), wie sie besonders auf Füllörtern notwendig sind, haben nur je zwei Rippen, welche das Einlaufen in die Geleise erleichtern sollen.

Fig. 382.
Einlaufplatten.

1) Hölzerne Drehscheibe in Saarbrücken: Preuß. Ztschr. 1870. Bd. 48. S. 45.
2) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 47. S. 72.

Sobald größere Flächen mit Platten zu bedecken sind, wie vor der Hängebank eines Förderschachtes u. s. w., haben dieselben zwar keine Rippen, dafür aber auf der Oberfläche enge, den Kanten parallele Furchen. Platten von Eisenblech sind auch für diesen Zweck aus oben angeführten Gründen nicht zu empfehlen.

Kapitel III.

Förderkräfte und Leistungen.

§ 42. **Förderung mit Menschen.** — Bei der Streckenförderung mit Menschen (Schlepper, Förderleute) kommt für eine möglichst hohe Leistung nicht allein der gute Zustand der Förderwagen und der Förderbahn, sondern auch die Art und Weise in Betracht, wie man die Kräfte der Arbeiter ausnutzt. Ausgehend von dem allgemeinen Grundsatz, daß zur Erzielung der besten Leistung die menschliche und tierische Arbeitskraft nicht bis zur Erschöpfung in Anspruch genommen werden darf und eine größere Anstrengung stets mit einer geringeren wechseln muß, sind größere Förderlängen in Wechsel einzuteilen. So soll auf Gräfin Lauragrube in Oberschlesien durch eine rationellere Verteilung der Wechsel, welche man für die Füller auf 77 m, für die Wagenstößer auf 165 m und für die Pferde auf 455 m fixierte, eine Vermehrung der Leistung um 80—100% erzielt sein ¹⁾.

Am höchsten stellt sich die Förderleistung im Fuchsstollen bei Waldenburg in Niederschlesien, nämlich im Jahre 1874 in einer Schlepperschicht bei 2100 m Förderlänge auf durchschnittlich 23457 kg auf 1 km, was den Ergebnissen der Pferdeförderung gleichkommt. Die Kosten betrugen für 10000 kg und 1 km Förderlänge 76 \mathcal{R} ²⁾, wobei allerdings der niedrige Stand der Löhne zu berücksichtigen ist.

Auf dem fiskalischen Steinkohlenbergwerke am Deister ³⁾ ist es im Klosterstollen und in den anschließenden Grundstrecken trotz Anwendung großer Wagen von 1250 kg Ladegewicht durch sorgfältige Legung der Schienenbahnen gelungen, die Förderleistung so zu steigern, daß ein Mann in den Grundstrecken 2, im Stollen 3 solcher Wagen, also eine Nutzlast von 2,5 resp. 3,75 t mit der gewöhnlichen Fördergeschwindigkeit bewegen konnte. Später führte man Pferdeförderung ein und hat gegenwärtig ein Pferd 15—20 jener großen Wagen zu ziehen, also eine Nutzlast von 18,75 bzw. 25,0 t zu bewegen. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß bei Anwendung solch großer Wagen ein Umfüllen aus den kleineren, bis in die Abbaue gehenden Förderwagen stattfinden muß.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 270.

²⁾ Serlo. a. a. O. 1884. II. S. 57.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 105.

Für das Füllen eines 500 kg haltenden Wagens kann man 15 Minuten rechnen.

§ 43. **Pferdeförderung**¹⁾. — Abgesehen von Eseln und Maultieren kommen bei der Streckenförderung mit Tieren ausschließlich Pferde in Anwendung.

Gewöhnlich koppelt man 8—10, bei sehr gutem Zustande der Wagen und Bahnen aber bis 20 Förderwagen à 500 kg Inhalt zu einem Zuge zusammen.

Die Förderlänge, bei welcher Pferdeförderung die Menschenförderung mit Vorteil ersetzen kann, richtet sich nach den bei der Förderung zu überwindenden Widerständen, nach dem Preise der Pferde und nach dem Vorhandensein von menschlichen Arbeitskräften. Auf fehlerfreien Bahnen und mit der besten Wagenkonstruktion ist die Differenz zwischen den Nutzleistungen noch bei großen Längen unbedeutend, wie das in § 42 erwähnte Beispiel vom Fuchsstollen zeigt.

Andererseits kann man kleine und billige Pferde schon bei weit kürzeren Förderlängen mit Vorteil verwenden, als teure, denn das bei letzteren nötige, größere Anlagekapital kann nur durch vergrößerten Effekt, also bei möglicher Verringerung der Aufenthalte, nutzbringend werden.

Bei ansteigenden Strecken erweist sich die Menschenkraft schon bei geringen Längen als unzureichend.

Die Streckensohle muß bei der Pferdeförderung fest, darf aber nicht glatt oder so eingerichtet sein, daß sich die Pferde an den Hufen verletzen können. Glatter Bohlenbelag mit aufgenagelten Leisten ist deshalb unzweckmäßig; besser sind gestampfte (chaussierte) Bahnen, noch besser gepflasterte; Ziegelsteine sind dabei auf die hohe Kante zu stellen. Das geeignetste Pflaster ist unstreitig dasjenige mit Holzklötzen, welche auf das Hirnholz gestellt werden.

Ein solches Pflaster aus alten, fast unbrauchbaren Eichenklötzen kostete auf Zeche Mansfeld bei Langendreer pro laufendes Meter 1,50 Mark Arbeitslohn²⁾.

Die Pferde haben ihre Stallung entweder über oder unter Tage. Im ersteren Falle müssen die Pferde täglich ein- und ausgefördert werden, was in der Regel mit dem Förderkorbe geschieht. Sind die Schächte zu eng, so werden die Pferde in Schlingen eingehängt. In Saarbrücken läßt man die Pferde durch besondere einfallende Strecken ein- und ausfahren.

§ 44. **Pferdeställe unter Tage** müssen so eingerichtet werden, daß sie den Pferden einen gesunden und ungefährlichen Aufenthalt bieten. Zu dem Zwecke hat man größere Pferdeställe mit gutem Wasser, sowie mit einem den einziehenden Wettern entnommenen Teilstrome zu versehen, welcher aber andere Arbeitspunkte nicht mehr bestreichen darf, sondern auf direktem Wege nach dem ausziehenden Schachte geführt werden muß.

1) Pferdeförderung in England: Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 59.

2) Ebenda. 1882. Bd. 30. S. 239.

Wenn es ferner bedenklich ist, die Futterkammer in den einziehenden Strom zu legen, weil die Tiere bei ausbrechendem Feuer ersticken müssen, so darf man sie auch wieder nicht direkt in den ausziehenden Strom legen, denn wenn man für mehrere Feiertage einen größeren Vorrat von Heu in die Futterkammer bringen muß, so wird dasselbe, wenn es mit den feuchten Dünsten den Geruch des Pferdestalles angenommen hat, als Futter unbrauchbar.

Eine ganz besondere Rücksicht ist auf bequeme und gründliche Reinigung des Stalles, besonders von den flüssigen Exkrementen zu nehmen. Musterhaft sind in dieser Beziehung die Pferdeställe in den Braunkohlengruben des Grafen von Westfalen bei Wicklitz in Böhmen angelegt. Auf einer mit Ziegelsteinen gepflasterten Sohle liegt ein Belag von Stallbohlen, welcher für jeden Stand in einen Rahmen für sich eingeschlossen ist. Unter den Krippen fließt Wasser in einem Gerinne und kann dicht unterhalb des Pferdestalles durch Schließen einer Schütze derart aufgestaut werden, daß es die Sohle des Stalles überdeckt, wobei die Stallbohlen gehoben werden. Nach einiger Zeit öffnet man die Schütze wieder und läßt das Wasser ab. Selbstverständlich ist vorher der feste Dünger zu entfernen.

In neuerer Zeit hat sich (z. B. auf den Ernstschächten in Mansfeld) auch Torfstreu als vorzügliches Mittel zum Aufsaugen der flüssigen Exkremente erwiesen.

Pferdeställe unter Tage haben den Nachteil, daß die Wartung und Pflege der Tiere leicht vernachlässigt wird und daß bei Ausbruch ansteckender Krankheiten (z. B. Rotzkrankheit, welche auch den Menschen gefährlich werden kann) der Ansteckungsstoff schwerer vertilgt werden kann, als in Pferdeställen über Tage. Bei Anwendung der letzteren wird das Aus- und Einfahren der Pferde um so zeitraubender und umständlicher, je tiefer die Gruben sind, auch erkälten sich die Pferde leicht, wenn sie im Winter vom Schachte nach dem Stalle gehen müssen, nachdem sie während des Tages in der warmen Grubenluft gearbeitet haben.

Hierin liegt die Veranlassung, daß man für tiefe Gruben sowohl für die Schlepper- als auch für die Pferdeförderung auf Ersatz zu denken hat, den man am ersten in der Kettenförderung (§ 52) finden dürfte¹⁾.

§ 45. Leistung und Kosten der Pferde- und Schlepperförderung. — Was die Kosten der Pferdeförderung betrifft, so betragen dieselben für 5000 kg auf 100 m Länge in Ammeberg (Schweden)²⁾ 8 \mathfrak{R} , auf Zeche Prinz-Regent in Westfalen 9 \mathfrak{R} , in ungünstigeren Fällen 13 \mathfrak{R} (gegen 30 \mathfrak{R} bei Schlepperförderung).

Das Gedinge pro Tonnenkilometer Nutzleistung schwankte in Saarbrücken im Jahre 1883/84 je nach der Förderlänge zwischen 13 und 24,2 \mathfrak{R} einschl. des Knechtlohnes, während die Leistung bei mittleren Förderlängen von 600 bis 3000 m nur ausnahmsweise unter 40 tkm kam und bis 62 tkm stieg.

1) Vogel in Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 399, 420.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 442.

Auf Königsgrube in Oberschlesien erhielt der Unternehmer pro 250 kg und je 100 m Entfernung 6,5 \mathcal{R} .

Folgende Tabelle enthält eine Vergleichung der Nutzeffekte von Schleppern und Pferden bei verschiedenen Förderlängen¹⁾.

Förderlänge in Metern	Pferdeförderung Nutzeffekt pro Schicht in kg. Transport auf 1000 m	Schlepperförderung	Ersparung pro Pferd u. Monat fr.
100	7228	1132	77,95
150	9808	1856	160,90
200	11676	1858	211,30
250	13900	1858	278,18
300	15846	1858	341,93
350	17514	1858	386,07
400	18904	1858	428,05
450	20047	1858	461,83
500	20850	1858	487,34
600	23352	2122	474,85
700	25298	2122	525,77
800	26688	2122	562,42
900	27522	2122	584,00
1000	30580	2122	664,37
1200	36696	2122	825,14

§ 46. Allgemeines über maschinelle Streckenförderung. — Die maschinelle Streckenförderung²⁾ geschieht außer mit verschiedenen noch im Versuchsstadium befindlichen Lokomotiven, siehe Seite 346, mittelst Seilen und Ketten auf horizontalen und schwach geneigten Bahnen, ist zuerst in England angewendet und von da in Deutschland eingeführt, wo 1859 die erste Seilförderung zum Transport über Tage auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken, 1862 eine solche unter Tage auf den Gruben v. d. Heydt bei Saarbrücken und Glücksburg bei Ibbenbüren angelegt wurde. Seitdem hat sie immer weitere Verbreitung gefunden.

Als Motoren dienen stationäre Dampfmaschinen unter oder über Tage; im letzteren Falle gehen die Seile vom Korbe in den Schacht hinab und unter Seilscheiben hinweg in die Strecke hinein. Außerdem lassen sich Luft- und Wassersäulen-Maschinen verwenden, welche beide den Vorteil haben, daß man sie überall aufstellen kann, ohne vom Dampfe belästigt zu werden; allerdings ist die Anwendung von Luft sehr teuer.

Die erste Bedingung für die Anwendbarkeit der maschinellen Streckenförderung sind möglichst gerade Strecken, besonders bei großer Förderge-

1) Burat, Cours d'expl. 1876. p. 376.

2) Preuß. Ztschr. 1856. Bd. 3. S. 40; 1858. Bd. 6. S. 79; 1863. Bd. 11. S. 1; 1864. Bd. 12. S. 231; 1865. Bd. 13. S. 213; 1869. Bd. 17. S. 74 ff.; 1881. Bd. 29. S. 299; 1885. Bd. 33. S. 68. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 289 (Röhrig über Betriebskosten); ebenda 1861. S. 421; 1859. S. 263; 1864. S. 229. — Devillez, L'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Liège 1863.

schwindigkeit, weil man sonst zu leicht der Gefahr von Entgleisungen ausgesetzt ist.

Die Minimallänge der Förderbahn, bei welcher maschinelle Streckenförderung vorteilhaft anzuwenden ist, kann man unter normalen Verhältnissen zu 4500 m annehmen.

Das Verkoppeln der Wagen zu Zügen geschieht hier (wie bei der Pferdeförderung) durch Koppelketten (Fig. 383), welche in die Zugstangen

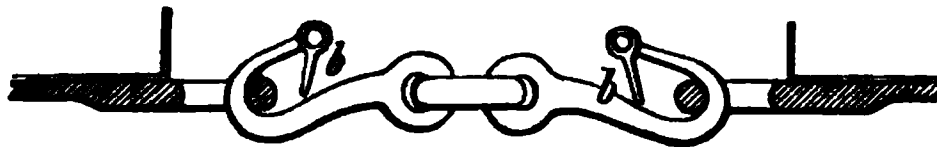


Fig. 383. Koppelkette.

eingehängt werden. Kleine Bügel b verhindern das Aushaken während der Fahrt.

Man unterscheidet fünf Systeme:

1. das Newcastler System mit Vorder- und Hinterseil,
2. mit Seil und Gegenseil,
3. mit Seil ohne Ende,
4. mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseile,
5. mit schwebender Kette.

§ 47. **Förderung mit Vorder- und Hinterseil.** — Bei der Förderung mit Vorder- und Hinterseil geht von dem einen Treibkorbe t der Maschine (Fig. 384)¹⁾ das Vorderseil v zum Wagenzuge w ; an diesen schließt sich

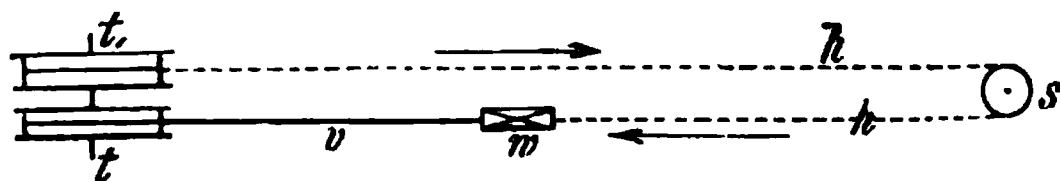


Fig. 384. Förderung mit Vorder- und Hinterseil.

das Hinterseil h an, welches über eine am Ende der Bahn befindliche Scheibe s hinweg zum Treibkorbe t , zurückkehrt. Das Vorderseil liegt in der Mitte eines Geleises und wird in passenden Abständen auf Rollen geführt; das Hinterseil liegt neben der Bahn und zwar gewöhnlich an der Wange, oder unter der Firste, auch wohl in einer besonderen Strecke, und wird ebenfalls auf Rollen geführt.

Beide Körbe sind beweglich; ist der beladene Zug bei s fertig aufgestellt, so wird der Korb t eingekoppelt und nun mit dem Vorderseile der volle Zug herangeholt, während gleichzeitig das Hinterseil nachgezogen, beziehungsweise von dem losen Korbe t , abgewickelt wird.

Bei Ankunft des Zuges werden die Seile v und h von demselben gelöst und an den leeren Zug gehängt, welcher auf einem, mit dem Hauptgeleise

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 83; 1862. Bd. 40. S. 62, 292; 1879. Bd. 27. S. 260.

durch eine Weiche verbundenen Nebengeleise fertig zusammengekoppelt stehen muß. Sodann wird der Korb t , eingekoppelt, worauf das Hinterseil h den leeren Wagenzug auf demselben Geleise zurückbringt und dabei das Vorderseil vom losen Korbe t abwickelt.

Bei Ankunft des leeren Zuges hängt man die Seile wiederum an den unmittelbar daneben stehenden vollen Zug u. s. w.

Das Hinterseil kann entsprechend seiner geringeren Belastung schwächer sein, als das Vorderseil, muß aber die doppelte Länge desselben, sowie der Förderbahn haben.

An den Seilenden befinden sich zum Einhängen in den vorderen und hinteren Wagen ebensolche Haken, wie an den Koppelketten (Fig. 383).

Das Signalisieren geschieht in Ibbenbüren durch Anschlagen an eine Eisenstange, welche die ganze Strecke entlang läuft und in dem vor dem Stollen stehenden Maschinenhause endigt, so daß an jeder beliebigen Stelle Signale gegeben werden können.

Außerdem hat man elektrische Kabel, durch deren Anziehen an beliebiger Stelle der bei der Maschine befindliche Läuteapparat in Bewegung gesetzt wird ¹⁾.

Förderung mit Vorder- und Hinterseil ist u. a. im Betriebe in Ibbenbüren ²⁾, auf Paulusgrube in Oberschlesien ³⁾ und in Luisenthal bei Saarbrücken. An letzterem Punkte beträgt die Förderlänge 2930 m, die Seilgeschwindigkeit 3 m und die Wagenzahl 130—150.

Auf der Grube North-Hetton ⁴⁾ hat man zwei Förderstrecken, die eine von 4520 m, die andere von 2660 m. Die mittlere Geschwindigkeit ist 4 m, die Maschine hat zwei Cylinder von 30 cm Durchmesser und 64 cm Hub; dieselbe bewegt vier Seilkörbe von 1,22 m Durchmesser. Die Spurweite beträgt 74 cm, das Gewicht der Schienen 10,9 kg pro Meter. Ein Wagen wiegt 254 kg und faßt 410 kg Kohle.

Auf Sherburngrube ⁵⁾ bei Durham hatte man ein Geleise von Brückenschienen mit 62 cm Spurweite und ein Seil von $2\frac{1}{4}$ Zoll engl. (59 mm) Umfang. Diese Grube bietet außerdem ein Beispiel dafür, wie man mit Vorder- und Hinterseil aus mehreren verschieden langen Strecken fördern kann.

§ 48. Förderung aus Nebenstrecken. ⁶⁾ — Es sei A (Fig. 385) die Hauptstrecke, D die Nebenstrecke und B die Maschine. In dem Hinterseile s befindet sich bei o , also an einem Punkte, welcher gerade an der Nebenstrecke angekommen sein muß, wenn das Vorderseil v aufgewickelt und der volle

1) Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 44. S. 4; 1865. Bd. 43. S. 220.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. Leipzig 1864. S. 229.

3) Berggeist. 1874. S. 5. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 374.

4) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 40. S. 70.

5) Ebenda. 1862. Bd. 40. S. 63.

6) v. Hauer, a. a. O. S. 429, 584, 627, 753.

Zug von *A* bis *B* gelangt ist, eine leicht lösbare Verbindung.¹⁾ In der Nebestrecke liegt ferner ein Seil *a c b*, dessen Ende *b c* in der Mitte der Bahn geführt ist, während *a c*, wie das Hinterseil, auf Rollen unter der Firste u. s. w. liegt. Soll nun von *D* nach *B* gefördert werden, so hängt man bei *B* die Seile an den leeren Zug. Gleichzeitig löst man die Verbindung bei *c* und verbindet die beiden Seilenden mit *a* und *b*, so daß nunmehr der leere Zug nach *D* und demnächst der volle von *D* nach *B* gelangt, worauf der frühere Zustand wieder hergestellt wird.

Die in den Nebestrecken liegenden Hinterseile ergänzen das letztere für alle Förderlängen; damit aber auch das Vorderseil für alle Fälle genügt, muß es der größten Förderlänge gleich sein.

Die Veränderung der Richtung läßt sich durch Wehrrollen²⁾ erreichen.

§ 49. Förderung mit Seil und Gegenseil. — Diese Förderung unterscheidet sich von der im § 48 be-

schriebenen dadurch, daß die Körbe für das Seil (Vorderseil) und das Gegenseil (Hinterseil) voneinander entfernt liegen und deshalb von besonderen Maschinen getrieben werden müssen (Fig. 386).



Fig. 386. Förderung mit Seil und Gegenseil.

Diese brauchen nicht gerade an den Endpunkten der Bahn zu stehen, sondern können an beliebigen Punkten derselben angebracht sein, nur muß man dann die Seile über Scheiben führen, welche sich an den Endpunkten der Bahn befinden.

Es bietet diese Methode den Vorteil, daß man nur eine der doppelten Förderlänge entsprechende Seillänge braucht, — bei Vorder- und Hinterseil war die genannte erforderliche Seillänge dreimal so groß als die Förderlänge — auch kann man, da die Seile vollkommen unabhängig von einander sind, beliebig viele Wagen anhängen, während bei Vorder- und Hinterseil die

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 63.

²⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 565.

Länge der Wagenzüge stets dieselbe sein muß. Dagegen sind zwei Maschinen erforderlich, von denen man die eine in der Regel unter Tage aufstellen muß, was nur dann angeht, wenn für den Dampf ein geeigneter Abzug vorhanden ist, oder wenn man eine mit Luft oder Wasser betriebene Maschine anwenden kann.

Eine solche Förderung ist im von der Heydt-Stollen bei Saarbrücken ¹⁾ auf eine Länge von 1760 m im Betriebe. Die Maschinen, von denen eine vor dem Stollenmundloche, die andere am Ende des Stollens steht, haben bei 12 Pferdekraften liegende Cylinder von $39\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, $47\frac{1}{2}$ cm Kolbenhub und einen Seilkorb von 252 cm Durchmesser; sie machen 50—60 Doppelhübe pro Minute.

An der Maschine vor dem Stollen hat man an Stelle der Radvorgelege eine Kraftübertragung durch Riemen angebracht, weil dabei weniger Stöße und bei Bewegungshindernissen der Züge keine Brüche vorkommen.

Die Fördergeschwindigkeit beträgt 3,35 m; auf eine Länge von rund 1800 m können deshalb in 50 Minuten 25 000 kg Kohle gefördert werden. Jeder Zug enthält 90 Wagen.

Die Förderkosten für 1 Zentner-Meile betragen durchschnittlich 5,483 \mathfrak{M} , sind also um 34—43% geringer, als bei Pferdeförderung ²⁾.

Auch bei der Förderung mit Seil und Gegenseil kann man aus Nebestrecken fördern (§ 48).

§ 50. Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende (Fig. 387). — Während man bei beiden vorher beschriebenen Methoden die vollen und leeren Züge auf demselben Geleise befördert, kann die Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende entweder auf einem oder auf zwei Geleisen stattfinden. Im ersteren Falle muß in der Bewegung der Maschine bei Ankunft der Züge auf den Endstationen ein Stillstand und sodann ein Umkehren der Bewegung

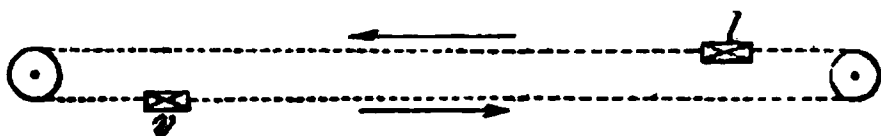


Fig 387. Seil (Kette) ohne Ende.

eintreten, während die Maschine bei Anwendung doppelter Geleise stets in der selben Richtung arbeitet, jedoch entweder ohne Unterbrechung, oder mit Pausen bei Ankunft der Züge auf den Endstationen. Im letzteren Falle braucht man nicht auf die ganze Länge ein Doppelgeleise, es genügt vielmehr, auf der Mitte der Bahn, wo die Züge sich begegnen, eine Ausweichestelle, im übrigen kann die Bahn einfach sein, oder, wenn man die Weichen vermeiden will, was immer zu empfehlen ist, aus drei Schienen bestehen (Fig. 377). Ist dagegen die Bewegungsrichtung des Seiles immer dieselbe, so sind zwei Bahnen notwendig, eine für die vollen, eine für die leeren Wagen.

¹⁾ Preuß. Ztschr. 1864. Bd. 9. S. 86; 1862. Bd. 10. S. 292; 1882. Bd. 30. S. 229.

²⁾ Ebenda. 1862. Bd. 10. S. 299; 1864. Bd. 12. S. 165.

Das An- und Abhängen von Zügen geschieht bei nicht unterbrochener Seilbewegung während des Ganges und zwar am einfachsten mit einer Zange (Fig. 388, 389), welche von einem Zugführer gehandhabt wird. Derselbe sitzt auf einem Brette, welches mit zwei eisernen Haken an den vordersten Wagen gehängt wird. Die Zange ist mittelst einer Kette am Wagen befestigt. Sobald der Zugführer das Seil gefaßt hat und der Zug sich in Bewegung setzt, schiebt er einen Ring hoch und arretiert somit die Zange.



Fig. 388.
Zange zum Greifen des Seiles ohne Ende.

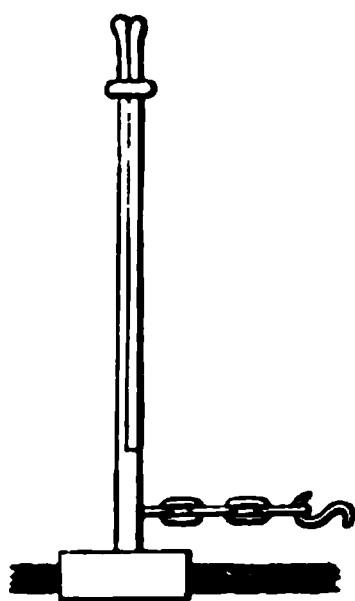


Fig. 389.

Beim Passieren starker Krümmungen verläßt das Seil das Bahnmittel und der Zugführer muß die Zange rechtzeitig öffnen; hat der Zug durch seine lebendige Kraft die Krümmung passiert, so faßt der Zugführer das Seil von neuem und läßt es schließlich am Ende der Bahn wieder los.

Reicht die lebendige Kraft nicht aus, so wird der Zug vor der Krümmung eine schiefe Ebene hinaufgeführt und erst beim Abwärtsgehen losgelassen.

Mitunter hat man, wie auf der Peltongrube bei Newcastle, für denselben Zweck

besondere Zugführerwagen, an denen die Zange befestigt ist, welche von dem auf dem Wagen stehenden Zugführer gehandhabt wird.¹⁾

Bei unterbrochener Seilbewegung wird das An- und Abhängen in den Pausen besorgt. Auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken dient dazu ein Spitzstrang, d. h. ein Hanfzopf, welcher durch den Ring der Zugstange und um das Seil geschlungen wird.²⁾

In England wendet man anstatt des Seiles mehrfach Ketten ohne Ende an, so ebenfalls auf Peltongrube.³⁾ Zum Anhängen der Wagen dienen kurze Ketten mit Haken, welche einerseits an dem Wagen, andererseits an einem Gliede der Kette ohne Ende eingehängt werden.

Die Einrichtung einer kontinuierlichen Förderung mit Seil ohne Ende erhellt aus dem Beispiele von Peltongrube.⁴⁾

Die Maschine *a* (Fig. 390) hat zwei Trommeln *c* und *d*, von denen *c* direkt von der Maschine getrieben wird; *b* ist ein Schwungrad. Das Seil, welches mehrmals um die Trommel geschlungen ist, geht um die Scheiben *e*, *i*, *h*, *g*, *f* und von der letzteren um eine Scheibe *K* nach der Trommel *c* zurück.

Die Scheibe *K* befindet sich auf einem Wagen, welcher auf einer Schienenbahn ruht und durch ein, in den blinden Schacht gehendes Gegengewicht *l* gehalten wird.

1) Bull. de la soc. de l'ind. min. 1858/59. Vol. 4. p. 206. — Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 92.

2) Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 226.

3) Ebenda. 1864. Bd. 9. S. 99.

4) Ebenda. 1864. Bd. 9. S. 92. — Bull. de la soc. de l'ind. min. Vol. 4. S. 206.

Durch diese Spannvorrichtung wird das Seil stets straff gehalten, weil es sonst, wenn es sich gedehnt hat, zu lose auf den Trommeln *c* und *d* liegen und von diesen nicht mitgenommen werden würde. Die Förderbahn *m* dient für die vollen, *n* für die leeren Wagen.

Am An- und Abschlag liegen Seil und Seilscheiben, mit Ausnahme von *f*, unterhalb der Bahn, damit die Wagen frei auf den Geleisen verkehren können. Am Ende der Rangiergeleise kommen die Seile unter der Bahn hervor.

Bei aufwärts geneigten Bahnen fördert man nicht in Zügen, sondern hängt die Wagen einzeln an und zwar mit einfachen Haken und Ösen, welche alle 12 oder 15 m am Seil angebunden sind.¹⁾

Die Fördergeschwindigkeit ist bei der Methode mit Seil ohne Ende geringer und geht bis 0,50 bis 0,60 m pro Sekunde herab, was die Handhabung der Zange, wie überhaupt das An- und Abhängen wesentlich erleichtert.

§ 51. Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseile (Verbindungsseile). — Diese doppelt wirkende zweigeleisige Förderung ist zu Gartsherrie bei Glasgow eingerichtet.²⁾ Von den Körben *l* und *l'* (Fig. 394, S. 344) laufen die Vorderseite *v* und *v'* ab, während die Verbindung mit den Wagen *w* und *w'* durch das Hinterseil *h* geschlossen wird. Das

letztere läuft über die Scheibe *s*, welche durch einen Spannwagen (*l* in Fig. 390) straff gehalten wird. Aus diesem Grunde kann ein Aus- und Einschalten von Zügen nicht stattfinden, das Seil muß vielmehr stets geschlossen bleiben und *w* *w'* sind Gestellwagen, welche je zwei Förderwagen aufzunehmen ver-



Fig. 390. Einrichtung einer kontinuierlichen Förderung mit Seil ohne Ende.



1) Burat, Cours d'expl. p. 372.

2) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 87; 1864. Bd. 12. S. 339.

mögen. Zum Aufschieben der letzteren sind besondere Vorkehrungen in der Förderstrecke getroffen. Die Länge der Bahn beträgt nur 100 m.

Diese Fördermethode entspricht bei gerader Bahn vollständig einer geneigten Förderung mit Gestellwagen oder auch der Schachtförderung

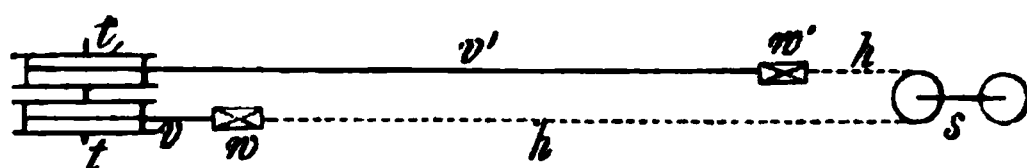


Fig. 391. Förderung mit 2 Vorderseilen und 1 Hinterseil.

mit Körben und kann, wie diese, mit großer Geschwindigkeit ausgeführt werden. Für größere Längen erscheint sie aber trotzdem nicht leistungsfähig genug.

§ 52. **Förderung mit schwebender Kette.** — Man versteht darunter diejenige Fördermethode, bei welcher eine Kette ohne Ende mit kontinuierlicher Bewegung nicht durch Rollen, sondern durch Förderwagen getragen wird (Fig. 392), welche in gleichen Abständen unter die Kette geschoben werden. An den beiden Enden der Förderbahn wird die Kette über höher gelegte Leitscheiben geführt und kommt von diesen wieder herab, so daß sie die untergeschobenen Wagen mitnehmen kann.

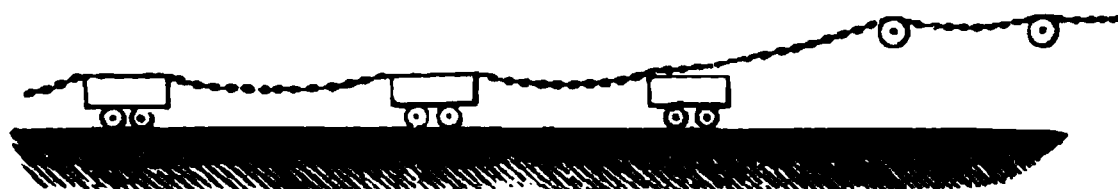


Fig. 392. Förderung mit schwebender Kette.

Vor Krümmungen der Bahn läßt man die Wagen zunächst eine schiefe Ebene hinaufziehen und sodann mit dem dadurch gewonnenen Gefälle die Krümmung durchlaufen, während die Kette wiederum über Rollen geführt wird und erst hinter der Krümmung die Wagen wieder mitnimmt.

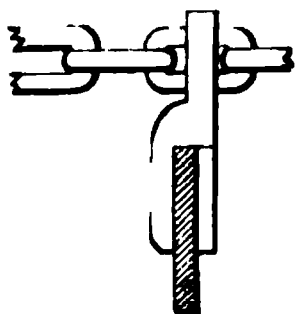


Fig. 393.

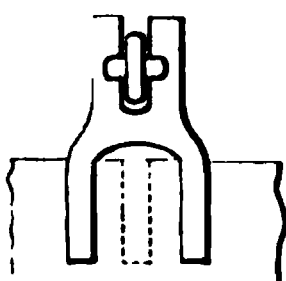


Fig. 394.

Aufsteckgabeln.

Ist die Kette schwer, so genügt ein einfaches Auflegen derselben. bei einer leichteren Kette müssen Gabeln (Fig. 393 und 394) auf den Wagenrand gesteckt werden, in deren oberen Einschnitt ein vertikales Glied der Kette eingesenkt wird (Grube König b. Saarbrücken u. s. w.).

Die nicht sehr große Geschwindigkeit von 0,75 bis 2 m wird durch eine größere Zahl im Gange befindlicher Wagen ausgeglichen¹⁾, erträgt aber auch weit stärkere Krümmungen der Strecke, als die Methoden mit großer Geschwindigkeit.

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 538.

Zu Hampton-Valley wiegt die Kette etwa 6,80 kg pro Meter; ihre Glieder sind 15—16 mm stark. Die Dauer der Kette betrug 12 Jahre (für Seile rechnet man nur auf eine Dauer von 18 Monaten) und ihre volle Länge für beide Geleise 5680 m. Der tägliche Transport belief sich im Durchschnitt auf 378 t¹⁾.

In England wird die Kettenförderung vielfach für Unterwerksbau mit schwacher Neigung und großer Länge angewendet.

Bei der Kettenförderung im Burbachstollen der Grube von der Heydt²⁾ (1740 m lang) hat die Kette 20 mm Eisenstärke und ein Gewicht von 9 kg pro Meter. In der Minute gehen 3 Wagen in etwa 20 m Entfernung ab, wobei die Förderung in der zwölfstündigen Schicht 1100—1200 Wagen à 500 kg beträgt.

Auf derselben Grube hat man zum ersten Male an Stelle der sonst gebräuchlichen Treibscheiben mit Dornen solche mit Holzfutter angewendet, um welche die Kette 1½ mal geschlungen ist, und zwar mit bestem ökonomischen Erfolge. Auch nimmt man hier die Kette nur mit 2½ kg, in Belgien mit 4 kg pro Quadratmillimeter in Anspruch.

Da bei der Kettenförderung die Wagen auf die ganze Länge der Strecke gleichmäßig verteilt sind, so hat man den Vorteil, daß bei Bahnen mit verschiedener Neigung der Herabgleitungstrieb der einen Stelle dem Aufwärtsbewegen an einer anderen zu gute kommt, so daß dadurch die Kraftäußerung der Maschine entsprechend geringer ausfällt³⁾.

§ 53. **Leitungsrollen.** — Damit die Seile auf der Sohle und beim Passieren von Krümmungen an den Streckenwangen nicht schleifen, müssen an

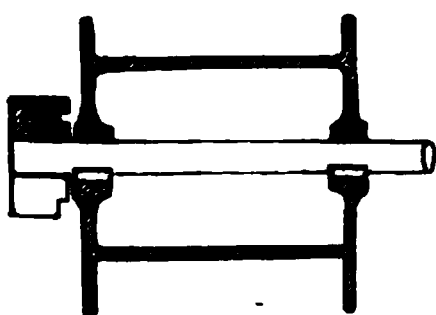


Fig. 395.

Tragerolle.

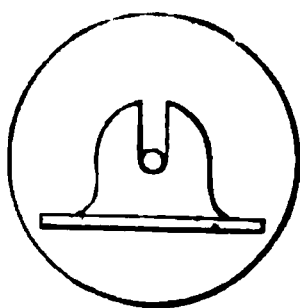


Fig. 396.

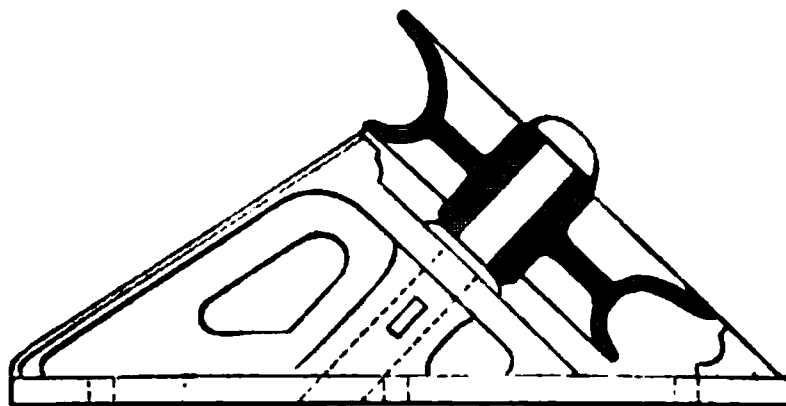


Fig. 397.

Wehrrolle.

geeigneten Stellen Rollen eingelegt werden. Die auf gerader Bahn in der Mitte der Geleise liegenden Tragerollen sind von Holz oder Eisen und haben Spurkränze (Fig. 395 und 396).

1) Burat, a. a. O. S. 375.

2) Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 106; 1882. Bd. 30. S. 303.

3) Über maschinelle Kettenförderung auf der 430 m-Sohle der Grube Gouley bei Aachen siehe Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 286. — Die Kettenförderung auf horizontaler und geneigter Schienenbahn, bearbeitet von Eugen Braun. Freiberg 1886.

4) v. Hauer, a. a. O. S. 565, 854, — Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 64, 74, 295; 1864. Bd. 9. S. 84.

In Krümmungen, welche bis zu 15 m Halbmesser befahren werden, sind die Rollen so einzurichten, daß das Seil bzw. die Kette sich nicht zu stark biegen muß, nicht leicht ausspringt und, wenn es vom Wagen nachgezogen wird, sich gut auf die Rolle legt. Zur Leitung wendet man dreierlei Arten von Rollen an, nämlich abwechselnd solche mit horizontaler und vertikaler Achse, von welchen erstere den Vertikaldruck, letztere den Horizontaldruck des Seiles aufnehmen; sodann schiefgestellte cylindrische und endlich konische Rollen mit horizontaler oder vertikaler Achse.

Ein Beispiel der zweiten Art liefert Fig. 397, S. 345 ¹⁾.

§ 54. **Lokomotivförderung.** — Besonders um die nicht unbeträchtlichen Seilkosten zu ersparen, hat man mehrfache Versuche mit Lokomotiven angestellt, welche aber bei Streckenförderung zu einem befriedigenden Abschlusse noch nicht überall gelangt sind. So gab man die im Burbachstollen bei Saarbrücken gemachten Versuche mit Dampflokomotiven ²⁾ wieder auf, weil Rauch und Dampf zu sehr belästigten.

Auch Heißwasser-Lokomotiven ³⁾, (nach dem System Lamm-Francq von der Aktiengesellschaft Hohenzollern in Düsseldorf gebaut) bei denen der Kessel mit überhitztem Wasser gefüllt ist, haben für die Grubenförderung wesentliche Nachteile. Dieselben bestehen einerseits ebenfalls in der Belästigung durch den ausströmenden Dampf, andererseits in der Notwendigkeit unterirdischer Kesselanlagen, sowie endlich in dem Umstande, daß die Lokomotiven mit abnehmender Kraft laufen, wobei die Züge leicht liegen bleiben können.

§ 55. **Honigmann's feuerlose Lokomotive.** — In neuerer Zeit hat ein dem Ingenieur Moritz Honigmann in Grevenberg bei Aachen patentiertes Verfahren Aufmerksamkeit erregt, welches den Betrieb von feuerlosen Lokomotoren ⁴⁾ und sonstigen Dampfmaschinen bezweckt und darauf beruht, daß Ätznatron oder Ätzkali imstande ist, den Wasserdampf bei Temperaturen von 130° Grad und darüber, welche also weit über derjenigen der gespannten Dämpfe liegen, zu absorbieren.

Ein cylindrischer Kessel wird durch zwei kupferne Querwände, welche durch Kupfer- oder Messingröhren mit einander verbunden sind, in drei Teile geteilt. Von diesen bildet der größere mittlere Teil den Natronkessel, die beiden anderen die Wasserkessel. In den Natronkessel wird Auspuffdampf von Maschinen oder solcher aus besonderen Rohrleitungen eingeleitet, die Natronlauge wird stark erhitzt und gibt ihre Temperatur dem in den Verbindungsröhren zwischen den beiden Scheidewänden zirkulierenden (überhitzten) Wasser ab. Infolge dessen wird sowohl der Auspuffdampf condensiert,

1) v. Hauer, a. a. O. Fig. 912.

2) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 97; 1864. Bd. 12. S. 166.

3) Ebenda. 1883. Bd. 31. S. 406. — »Stahl und Eisen« 1885. Nr. 1. S. 47.

4) Berggeist. 1883. Nr. 89, 95. — Österr. Zeitschr. 1885. S. 34. — Zeitschrift deutscher Ingenieure. 1886. Bd. XXX. S. 595, 735.

als auch neuer, gespannter Dampf entwickelt, welcher nunmehr seinerseits in die Natronlauge eingeleitet wird, bis man dem Siedepunkte derselben nahe kommt. Derselbe liegt für $100 \text{ NaOH}_2\text{O} + 10 \text{ H}_2\text{O}$ bei 256° C. , für $100 \text{ NaOH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ bei 130° C.

Der Wasserkessel muß natürlich zeitweise wieder mit überhitztem Wasser gespeist werden; ebenso muß man den Natronbehälter mitunter mit frischem Ätznatron oder Ätzkali versehen. Die Regeneration, d. h. Konzentration der unwirksam gewordenen Lösung geschieht durch Eindampfen, wobei nicht mehr Kohle verbraucht werden soll, als bei der gewöhnlichen Dampferzeugung.

Für eine Tramwaymaschine von drei Pferdekraften giebt der Erfinder das für 12 Stunden Betriebsdauer mitzunehmende Wasser auf 1 cbm = 1000 kg, Natronhydrat auf 700 kg, das Gewicht der Behälter zusammen auf 900 kg, also das Gesamtgewicht auf 2600 kg an.

Sollten sich die, diesem System anhaftenden Übelstände (hoher Preis, großes Gewicht) noch beseitigen oder doch vermindern lassen, so würde dasselbe, da eine Belästigung weder durch Dampf noch durch Rauch eintritt und auch die Kraft eine konstantere ist, als bei Heißwasser- und Luftlokomotiven, für die Streckenförderung von Wichtigkeit werden können.

§ 56. **Luftlokomotiven.** ¹⁾ — Die Bemühungen, komprimierte Luft zum Betriebe von Lokomotiven zu verwenden, sind nicht neu ²⁾. Dieselben hatten anfangs den Zweck, mit den Dampflokomotiven zu konkurrieren, beschränkten sich aber bald darauf, die Luftlokomotiven in solchen Fällen anzuwenden, wo Rauch und Dampf vermieden werden mußten.

Diese Lokomotiven hatten bei der von Ribourt ³⁾ für die Förderung im Gotthardtunnel gewählten Konstruktion einen mit Luft von 14 Atm. Spannung gefüllten Behälter, aus welchem die Luft mit Hilfe eines selbstthätig wirkenden Regulators ⁴⁾ bei konstant erhaltener Pressung von 3 Atm. in den Arbeitscylinder trat. Zwei solche von Schneider & Co. in Creuzot ausgeführte Maschinen kamen 1875 in Betrieb. Aus einem Behälter von Stahlblech und 7,6 cbm Inhalt gelangt die komprimierte Luft in den Druckregulator, von da in einen kleinen Behälter von 0,3 cbm Inhalt, der bestimmt ist,

¹⁾ Handb. der Ingenieurwissenschaften. Leipzig 1883. Bd. IV. Abt. 1. S. 237. — Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 407.

²⁾ Baader, Neues System der fortschaffenden Mechanik. München 1822. S. 173. Taf. XVI. — Steel, On air compression. Engineer. 1876. I. p. 473. — Dingler's polyt. Journ. 1829. II. S. 344; 1830. IV. S. 10; 1830. I. S. 480. — Henschel, Neue Konstruktion der Eisenbahnen und Anwendung komprimierter Luft zum Betriebe der Fuhrwerke. Kassel 1833. — Crelle, Einiges über die Ausführbarkeit der Eisenbahnen in bergigen Gegenden. Berlin 1839. — Derselbe, Über die sogen. atmosph. Eisenbahn. Berlin 1839.

³⁾ Ribourt, Lokomotivbetrieb mit Luft im St. Gotthardtunnel. Eisenb. 1875. II. S. 2, und Maschinenb. 1876. S. 26.

⁴⁾ Handb. der Ingenieurwissenschaften. Bd. IV. Abt. 1. Taf. XIII. Fig. 37, 38.

Stöße beim Anfahren zu vermeiden, und endlich in die Treibcylinder von 200 mm Durchmesser und 360 mm Kolbenhub.

Die Maschinen im Gotthardtunnel beförderten einen Zug von 30—60 t Gewicht auf eine Entfernung von 400 m hin und zurück, mit einer Geschwindigkeit von 10 km pro Stunde.

Zieht man den Wirkungsgrad der Kompressoren in Rechnung und berücksichtigt ferner, daß das Füllen der Lokomotivkessel nicht direkt aus den Kompressoren, sondern aus einem oder mehreren in der Förderstrecke angebrachten Luftbehältern geschehen muß, deren Druck als nahezu konstant angesehen werden kann und wobei wiederum Expansionsarbeit der Luft verloren geht, so ist es erklärlich, daß der Gesamtwirkungsgrad nur ein sehr geringer sein kann.

Bei den von Mekarski¹⁾ konstruierten Lokomotiven wird ein Gemisch von komprimierter Luft und Dampf verwendet, welches in einem besonderen Apparate erzeugt wird. Derselbe besteht aus einem vertikalen, 100 l fassenden und zu $\frac{3}{4}$ mit Wasser von 150° bis 160° gefüllten Kessel, in den von unten die komprimierte Luft durch eine siebartige Platte einströmt, das überhitzte Wasser durchzieht, sich mit Dampf sättigt und im oberen Teile des Apparates ein Gemisch von 100° bis 120° bildet, als welches es unter einem Drucke von 5 bis 6 Atm. zur Verwendung gelangt. Der anfängliche Kesseldruck beträgt 25 Atm., so daß bei 5 Atm. Anfangsdruck im Cylinder noch 39% Arbeit verloren gehen.

Da durch neuere Versuche der Beweis geliefert sein soll, daß die bei Expansion der komprimierten Luft befürchtete Eisbildung nicht eintritt, wird bei den Luftlokomotiven von Lishman & Young²⁾, sowie von Scott-Moncrieff³⁾, welche mit Pressungen von 15—25 Atm. arbeiten, ohne besondere Vorkehrungen die Expansionswirkung der Luft vollständig ausgenutzt und bei abnehmendem Kesseldrucke die Expansion von Hand oder selbstthätig reguliert.

Im allgemeinen hat sich das System Mekarski, obgleich es das vollkommenste der Luft-Lokomotivförderung ist, in der Praxis bis jetzt noch nicht so bewährt, daß man zur Zeit an eine allgemeinere Einführung desselben denken könnte.

In Hayange stellten sich die Kosten für die vielen Reparaturen und für das Füllen der Maschine so hoch, daß die laufenden Betriebskosten teurer wurden, als für die bisherige Pferdeförderung.

Derjenige Nachteil, daß die Luftlokomotiven ebenso wie die mit überhitztem Wasser gespeisten (S. 346), mit abnehmender Kraft fahren, dürfte

1) Engineer. 1876. I. S. 153; 1884. I. S. 154; 1876. II. S. 143. — Revue industr. 1876. p. 464. Tab. 51/52. — Annales industr. 1876. I. p. 8 u. 17. — Portefeuille écon. des mach. 1876. p. 4. Tab. 1/2. — Maschinenb. 1877. S. 34, 187. — Prakt. Masch.-Konstr. 1877. S. 8. Taf. 5. — Annalen f. Gewerbe u. Bauwesen. 1878. S. 454.

2) Young, Compressed air engines. Engineer. 1884. II. p. 279.

3) Engineer. 1884. II. p. 506, 343.

ihrer allgemeinen Brauchbarkeit für eine starke Förderung am meisten und dauernd im Wege stehen.

§ 57. **Elektrische Lokomotiven.** — Eine andere wichtige Neuerung auf diesem Gebiete bilden die elektrischen Lokomotiven, von denen man zwei Arten, nämlich die dynamo-elektrischen und Akkumulator-Lokomotiven zu unterscheiden hat. Die ersteren dürfen indessen in Gruben mit schlagenden Wettern keine Verwendung finden, weil es noch nicht gelungen ist, das Funkensprühen zu vermeiden. Auch in nassen Strecken dürften sie wenig geeignet sein, weil dort die Leitschienen nicht trocken erhalten werden können und deshalb Kraftverluste durch Ableitung des elektrischen Stromes entstehen. Aus diesem Grunde fielen die in der Senftenberger Stadtgrube angestellten ersten Versuche ungünstig aus¹⁾, wobei allerdings zu bemerken ist, daß die Leitschiene auf die Streckensohle gelegt war, während man dieselbe bei neueren Anlagen unter der Firste angebracht hat.

Dagegen arbeitet die elektrische Förderung auf der Grube La Peronnière²⁾, sowie auf dem Schachte Thibaut der Société anonyme de St Étienne³⁾ und auf dem Oppelschachte des königl. Steinkohlenwerkes zu Zaukeroda⁴⁾, an letzterem Punkte seit dem Herbst 1882, mit befriedigendem Erfolge.

Die in Zaukeroda von Siemens & Halske gemachte Anlage⁵⁾ besteht aus der dynamo-elektrischen Primärmaschine über Tage, von welcher der elektrische Strom zu der 220 m unter Tage in einem 720 m langen Hauptquerschlage laufenden Lokomotive und wiederum zurückgeleitet wird, ferner aus der Lokomotive selbst, welche als Sekundärmaschine dient, mit dem an der Firste des Querschlages laufenden Kontaktschlitten. Der Betrieb erfolgt mittelst der Lokomotive schiebend auf 620 m aktive Länge in einem Vollgeleise und einem Leergeleise; die übrigen 400 m Querschlagslänge dienen beiderseits zum Aufstellen der Züge. Jeder Zug hat 15 Grubenwagen und wird mit einer Geschwindigkeit von 2,25—3 m pro Sekunde bewegt, dabei beträgt die effektive Leistung für einen vollen Zug 4,18, bezw. 6,40 Pferdestärken. Nach angestellten Versuchen berechnet sich der Wirkungsgrad der eigentlichen elektrischen Transmission (Verhältnis der Lokomotivenleistung zu der von der Dampfmaschine auf die Primärmaschine übertragenen Leistung) auf 46,6%. Die gesamten Anlagekosten der elektrischen Bahn betragen 46 238 Mk., die laufenden täglichen Betriebskosten bei dem jetzigen Förderquantum von 660 Wagen in 16 Stunden 44,75 Mk. ohne und auf 49,87 Mk. mit 15% Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Auf 1 Wagen und 620 m Förderlänge ergeben sich hiernach Förderkosten von

1) Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29. S. 257.

2) Österr. Zeitschr. 1872. S. 334; 1883. S. 161. — Glückauf. 1883. Nr. 20.

3) Österr. Zeitschr. 1883. S. 174.

4) Jahrb. f. das B.- u. H.-Wesen im Königreich Sachsen. 1883. S. 39.

5) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. Litt. S. 61.

1,78 \mathcal{R} ohne und 3,04 \mathcal{R} mit Verzinsung und Amortisation, gegenüber 3,71 \mathcal{R} bei Pferdeförderung und 6,20 \mathcal{R} bei Menschenförderung. Der Vergleich fällt noch wesentlich günstiger (1,69 bzw. 2,70 \mathcal{R}) für die elektrische Kraftübertragung aus, wenn man das mit Leichtigkeit zu erreichende volle Tagesförderquantum von 4000 Wagen in 16 Stunden zu grunde legt.

Nach dem Muster der vorigen ist im Septbr. 1883 auf der Steinkohlengrube cons. Paulus-Hohenzollern bei Beuthen O/S. eine elektrische Grubeneisenbahn¹⁾ in Betrieb gekommen, für welche die Erbauer, Siemens & Halske in Berlin, 500 000 kg Nettolast pro 10 Stunden garantiert haben. Die Stromleitung von der primären Maschine nach dem Anfangspunkte der Förderung beträgt 230 m, die Entfernung von hier bis zur gegenwärtigen Endstation der Förderung 750 m.

Bei 34 Umgängen der Kraftmaschine und 15 beladenen Wagen beträgt die Fördergeschwindigkeit 2,5 m, bei 15 leeren Wagen 4 m in der Sekunde. Da das Gewicht eines Förderwagens 450 kg, dasjenige der Ladung 550 kg, also die Bruttolast pro Wagen 1000 kg ausmacht, so stellt sich die Bruttoleistung auf 15 000 kg, die Nettoleistung auf 8250 kg. Erfahrungsmäßig sind auf die Hin- und Rückfahrt (einschließlich An- und Abschlagen) im ganzen 10 Minuten zu rechnen und wurden also pro Stunde 6 Fahrten gemacht. Dies repräsentiert eine Nettoleistung pro Stunde von rund 50 000 kg.

Die Gesamtkosten der Förderung, einschließlich Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, stellen sich auf 5,08 \mathcal{R} für 1 Tonnen-Kilometer gegen 10,5 \mathcal{R} bei Pferdeförderung²⁾.

Die elektrischen Akkumulator-Lokomotiven³⁾ bestehen aus der eigentlichen Lokomotive und dem Tender. Erstere besteht aus einer Siemens'schen magneto-elektrischen Maschine, welche auf einem Wagengestelle montiert ist, während der letztere eine starke Batterie Faure'scher Akkumulatoren enthält. Diese Lokomotiven haben nur geringe Leistungsfähigkeit und können für die Zwecke des Bergbaues gegenwärtig noch nicht empfohlen werden.

§ 58. Leistungen und Selbstkosten bei Streckenförderung im allgemeinen. ⁴⁾ — Über Leistungen und Selbstkosten bei Streckenförderung hat Ržiha⁵⁾ sehr eingehende und interessante Tabellen zusammengestellt, aus denen besonders die Überlegenheit der maschinellen Seilförderung hervorgeht. Indem für spezielleres Studium auf diese Quelle verwiesen wird, soll

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 286.

2) Ebenda. 1885. Bd. 33. S. 229; auch für Neu-Staßfurt.

3) Ebenda. 1883. Bd. 31. S. 444.

4) Vollert, Seil- und Kettenförderung auf der Grube v. d. Heydt in Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 299. — Nasse, ebenda. 1885. Bd. 33. S. 174. — Vogel, ebenda. 1883. Bd. 31. S. 449.

5) Ržiha, Tunnelbaukunst. Berlin 1867. S. 524—568. — Bergwerksfreund. Bd. 9. Nr. 8. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1845. S. 927. — Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde. Bd. V. S. 42.

hier nur die kleinste der Tabellen Platz finden, welche sich auf die Förderkosten in Newcastler Gruben bezieht ¹⁾:

Fördermethode	Förderlänge	Kosten für 10 000 Fuß-Ztr. ²⁾
	Pr. Lachter ¹⁾	Pr. \mathcal{R} ³⁾
Wagenstoßen mit Menschen .	66	23,4
Ponyförderung	319	3,5
Pferdeförderung	324	2,5
Bremsbergförderung	139	2,6
do.	263	0,9
do.	397	0,6
Seilförderung	526	2,4

1) 1 Pr. Lachter = 2,0924 m.

2) 1 Fuß-Ztr. = 15,692 mkg.

3) 12 Pr. \mathcal{R} = 0,1 \mathcal{M} .

Nach Vogel ²⁾ würden sich in Saarbrücken die Betriebskosten der Pferdeförderung und der zum Ersatze derselben geeigneten Fördereinrichtungen, wenn den maschinellen Fördereinrichtungen eine Förderlänge von 2 km und ein tägliches Förderquantum von 2 t zu Grunde gelegt, eine Amortisation, sowie Verzinsung des Anlagekapitals bei ihnen aber nicht in Betracht gezogen wird, für eine Nutzleistung von 4 Tonnen-Kilometer etwa stellen bei:

1. der automotorischen ³⁾ Kettenförderung

auf 4,824 \mathcal{R} .
2. der dynamo-elektrischen Grubenbahn

- 2,500 -
3. der gewöhnlichen Kettenförderung im Stollen .

- 4,046 -
4. - - - - - Tiefbau .

- ca. 4,527 -
5. der Förderung mit Seil und Gegenseil im Stollen

- 5,542 -
6. - - - - - Vorder- und Hinterseil im

Stollen

- 5,646 -
7. der Förderung mit Seil und Gegenseil im Tiefbau

- ca. 6,036 -
8. der Förderung mit Vorder- und Hinterseil im

Tiefbau

- ca. 6,240 -
9. der Schlepperförderung, wenn dieselben Ein-

richtungen getroffen werden, wie auf der Fuchs-

grube bei Waldenburg

- 45,680 -
10. der Pferdeförderung

- 46,570 -

Unter Berücksichtigung einer 10jährigen Amortisation und 5prozentigen Verzinsung der eigentlichen maschinellen Anlagen würden sich die laufenden Betriebskosten für 4 Tonnen-Kilometer nach Vogels überschlägiger Schätz-

1) Schles. Wochenschrift vom Jahre 1860. S. 253.

2) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 419.

3) Vergl. Seite 344.

ung bei 1. um etwa 0,5 \mathcal{R} bei 2. um etwa 2 \mathcal{R} , bei 3. und 4. um etwa 2,5 bis 3 \mathcal{R} , und bei 5. bis 8. um 3 bis 4 \mathcal{R} vermehren.

Nach den Ermittlungen von Nasse¹⁾ betrugen die Förderkosten für 1 tkm im Saarbrücker Bezirke:

A. Für Seil und Gegenseil.

a) Im Von der Heydt-Stollen von den Krugschächten nach der Halde = 1,770 km:

1881	3,8 \mathcal{R}
1882	3,7 -
1883	3,5 -

b) Im Von der Heydt-Stollen aus der Abteilung Lampennest nach der Halde = 3,770 km:

1881	4,0 \mathcal{R}
1882	3,3 -
1883	3,1 -

B. Für Seil und Hinterseil.

Im Veltheimstollen der Grube Gerhardt = 2,930 km:

1881	5,9 \mathcal{R}
1882	5,2 -
1883	4,0 -

C. Mit schwebender Kette.

a) Auf der Halde der Grube Von der Heydt im Anschlusse an die Seilförderung von den Krugschächten und aus der Abteilung Lampennest = 0,53 km:

1881	5,3 \mathcal{R}
1882	5,95 -
1883	4,5 -

b) Im Burbachstollen = 1,76 km:

1881	3,0 \mathcal{R}
1882	3,1 -
1883	2,8 -

c) Im Querschlage der Grube Kohlwald = 0,84 km:

1881	8,1 \mathcal{R}
1882	6,0 -
1883	4,9 -

Die Förderkosten stellen sich hier mit Zunahme der Förderung immer günstiger.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 174.

Kapitel IV.

Schiffsförderung¹⁾.

§ 59. **Anwendbarkeit und Einrichtung der Schiffsförderung.**—Streckenförderung mit Schiffen war früher an mehreren Punkten, auch in Steinkohlengruben, im Betriebe, so in Manchester und auf der Königin Luisengrube²⁾, wo die betreffenden Stollen in einen Kanal mündeten; ferner auf der Fuchsgrube bei Waldenburg. In allen diesen Fällen hat man die Schiffsförderung aufgegeben, weil sie sich zum Transporte großer Massen nicht eignet.

Dagegen ist sie auf der tiefen Wasserstrecke bei Clausthal noch heute im Betriebe und schafft fast die gesamte Förderung des burgstädter und rosenhöfer Zuges nach dem am höchsten Punkte der Aufbereitung angelegten Hauptförderschachte (Ottiliaeschacht). Die größte Förderlänge beträgt 3720 m, die Höhe der Strecke 3, ihre Breite 2 m; die durch Dämme an den Schachtquerschlägen erhaltene Tiefe der Wasserseige 156 cm.

Man hat wohl in allen Fällen vorhandene Strecken benutzt, dieselben brauchten aber für eine gewöhnliche Förderung nur etwa 2 m hoch und 130 cm breit zu sein. Bei größeren Längen müssen Ausweichstellen angebracht werden, welche, für Aufnahme von drei Booten berechnet, nicht unter 1500 Mk. herzustellen sind³⁾.

Man wird deshalb bei den jetzt bekannten neueren Methoden der Streckenförderung kaum eine neue Anlage für Schiffsförderung machen; wo dieselbe aber einmal vorhanden ist, bleibt es eine der billigsten und für schwere Erztransporte geeignetsten Fördermethoden, weil die Förderbahn — die Wasserseige — sehr wenig Kosten für Anlage und Unterhaltung beansprucht und sich außerdem auch die Förderkosten sehr günstig stellen. Der Inhalt eines Bootes (die Boote werden in neuerer Zeit ausschließlich von Eisenblech gemacht) beträgt am Harz 5—7,5 t ($\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Treiben); dasselbe wird von einem Schiffer in der Weise bewegt, daß derselbe, im Vorderteile des Schiffes sitzend, sich mit beiden Händen an einem in der Firste gespannten Drahtseile fortarbeitet. In England legte sich der Arbeiter mit dem Rücken auf die Ladung und trat mit den Füßen gegen die Firste; im Hauptschlüsselerbstollen bei Zabrze waren an den Streckenwangen Pflöcke eingetrieben, welche mit den Händen erfaßt wurden.

Bei der größten Förderlänge bringt am Harz ein Arbeiter in einer Schicht ein Boot mit 5 t Erz bei 11 m Geschwindigkeit pro Minute voll hin und bei 22 m leer zurück. Der dabei erzielte Effekt beträgt pro Schicht für 100 m Länge und 1 Minute 387,5 kg.

Um das zeitraubende Entladen der Schiffe mit Kratze und Trog zu er-

1) Hartmann, Bgbkde. S. 582.

2) Karsten's Archiv f. B. u. H. Bd. 4. H. 2. S. 167—175.

3) Ebenda. S. 168.

sparen, hat man auf der tiefen Wasserstrecke am Harz Kasten in die Boote gesetzt; nachdem diese unter dem Förderschachte (Ottiliaeschacht) angelangt sind, werden die Kasten direkt am Seile angeschlagen und über Tage mit einer besonderen Vorrichtung¹⁾ selbstthätig umgestürzt.

2. Abwärts gehende Förderung.

Kapitel V.

Bremsberge.

§ 60. **Allgemeines über Bremsberge.** — Unter Bremsberg versteht man eine schiefe Ebene, auf welcher die Förderung an einem Seile oder einer Kette herabgelassen und die leere Last mit Hilfe des Herabgleitungstriebes entweder direkt oder durch ein Gegengewicht aufwärts gezogen wird.

Über die Herstellung der Bremsberge ist das nötige im III. Abschn., § 74 gesagt, auch über die Neigung derselben einiges bemerkt. Hier sind dieselben als Förderanlagen spezieller zu besprechen.

Die geringste Neigung eines Bremsberges, bei welcher die volle Last noch imstande ist, die leere heraufzuziehen, würde sich nach den Gesetzen der schiefen Ebene berechnen lassen; bei der Schwierigkeit indes, die einschlagenden Faktoren, besonders die Reibungswiderstände, richtig zu beurteilen, ist eine solche Berechnung unzuverlässig. In der Praxis schwankt diese Minimalneigung zwischen 2 und 40°, je nach der Länge des Bremsberges, bezw. des leeren Seilgewichtes und der Anzahl der herabgehenden Wagen.

Da man auf der einen Seite als Zugkraft den Herabgleitungstrieb, also, abgesehen von den Reibungswiderständen,

$$Z_1 = (W + L) \sin \alpha$$

(W = Gewicht des Wagens, L = Gewicht der Ladung, α = Neigungswinkel) und auf der anderen Seite

$$Z_2 = W \sin \alpha + S$$

(S = Seilgewicht) hat, so läßt sich aus diesen Formeln ersehen, welche Mittel zur Verfügung stehen, um bei dem geringsten gegebenen Neigungswinkel noch einen Überschuß an Herabgleitungstrieb zu behalten.

In erster Linie kann man danach L durch die Anzahl der Wagen vergrößern und werden in England bei einer Neigung von 1:14 bis 1:18 auf 600 bis 700 m langen Bremsbergen Züge von 24 bis 26 Wagen abgebremst²⁾.

Sodann läßt sich das Seilgewicht bis zu einem gewissen Grade ausgleichen, was gewöhnlich durch konische Bremskörbe geschieht, auf Zeche

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 277.

²⁾ Ebenda. 1862. Bd. 10. S. 60.

Hasewinkel in Westfalen auch einmal durch untergehängte Ketten (Unterseil) versucht ist.

Endlich hat man in mächtigen Flötzen bisweilen, über Tage aber meistens Gelegenheit, den Neigungswinkel α am Kopfe des Bremsberges zu vergrößern, so daß die Sohle desselben mehr oder weniger eine Kettenlinie bildet¹⁾. Dadurch wird $(W + L) \sin \alpha$ im Anfange des Abwärtsgehens vergrößert, nimmt aber allmählich ab, während die Zugkraft des herabgehenden Seiles in demselben Maße zunimmt.

Auf der anderen Seite ist die Seillast im Anfange des Aufwärtsgehens am größten, nimmt aber nach oben hin ab, während gleichzeitig der Werth $W \sin \alpha$ zunimmt.

Man unterscheidet:

- A. zweitrümmige Bremsberge;
- B. einrümmige Bremsberge;
 - a. mit nebenlaufendem,
 - b. mit unterlaufendem Gegengewicht.

Bei einer Neigung der Bremsberge bis zu 20° können die Wagen direkt auf den Schienen laufen, darüber hinaus muß man Bremsgestelle anwenden.

§ 64. **Bremsgestelle.** — Die Bremsgestelle oder Bremsböcke sind Gerüste von Holz oder Eisen, welche eine Plattform zur Aufnahme der Förderwagen haben und auf vier gleich großen Rädern laufen; nur bei sehr flachem Einfallen sind die Räder von verschiedener Größe und direkt unter der Plattform wie bei einem gewöhnlichen Gestellwagen angebracht.



Fig. 398. Eisernes Bremsgestell.

Fig. 399. Hölzernes Bremsgestell.

Als Beispiel eines eisernen Bremsbockes für schwache Flötze, wie er auf der Grube Sellerbeck in Westfalen in Gebrauch ist, dient Fig. 398, während Fig. 399 einen hölzernen Bremsbock von Zeche Holland in Westfalen darstellt.

¹⁾ B. u. H. Ztg. 1884. S. 3; 1883. S. 539. — Jahrb. d. k. k. Bergakad. Bd. 34. S. 4.

Dieselben sind alle für ein und dasselbe Flötzfallen bestimmt und müßte man deshalb, um Störungen zu vermeiden, so viele Bremsgestelle in Reserve haben, als verschiedene Fallwinkel in einer Grube vorkommen. Um dieses zu vermeiden, hat Köpe¹⁾ auf Zeche Hannover in Westfalen ein Gestell konstruiert, welches leicht jedem beliebigen Fallwinkel angepaßt werden kann (Fig. 400). An diesem Gestelle haben die Räder etwas Spielraum und doppelte Spurkränze, um bei ungleicher Spurweite Entgleisungen zu verhüten.

Bei sehr steilem Einfallen wendet man u. a. auf Zeche Dannenbaum in Westfalen Bremsschlitten (Fig. 401) an, welche auf Latten von Buchenholz laufen. Die Schienen bestehen aus L.-Eisen.

Fig. 400. Bremsgestell von Köpe.

Fig. 401. Bremsschlitten.

Ist gleichzeitig das Flötz sehr schwach, so bedient man sich auch langer hölzerner Kasten vom Rauminhalt eines Wagens, welche oben offen, unten mit einer Schütze versehen sind und in untergestellte Wagen entleert werden²⁾.

Für lange Bremsberge wendet man treppenartige Gestelle an, welche zwei oder mehr Wagen gleichzeitig tragen können.

§ 62. **Gegengewichte.** — Die Gegengewichte werden bei eintrümmigen Bremsbergen angewendet und müssen inkl. Seil etwas leichter sein, als der Herableitungstrieb der vollen Last, damit durch ihr Hinaufziehen der überschüssige Teil des ersteren in ihnen aufgespeichert wird.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 273.

²⁾ Ebenda. 1869. Bd. 17. S. 76.

Um demnächst die leere Last plus Seilgewicht aufwärts ziehen zu können, muß das Gegengewicht schwerer sein, als diese.

Da man die Gegengewichte außerdem häufig von einem Bremsberge zum anderen zu transportieren hat, so müssen sie aus einzelnen, nicht zu schweren Teilen zusammengesetzt sein.

Die einfachsten (nebenlaufenden) Gegengewichte sind Wagen mit eingeladenen alten Gußstücken u. s. w.

Unterlaufende Gegengewichte müssen niedrig gehalten werden, damit Bremsbock und Bremsberg eine möglichst geringe Höhe bekommen können.

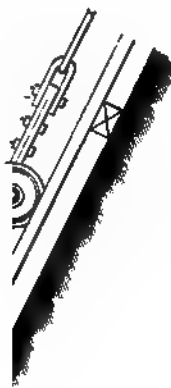


Fig. 402. Gegengewicht.

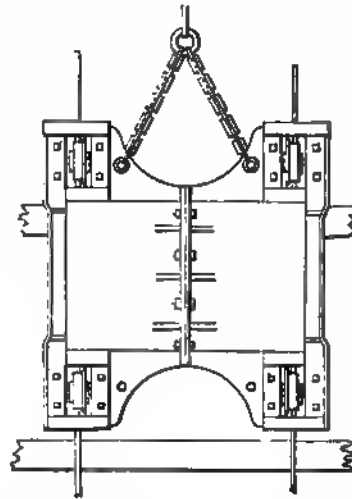


Fig. 404. (Grundriß.) Gegengewicht.



Fig. 401. (Aufriß.)

Zweckmäßige Gegengewichte dieser Art sind in den Fig. 402, 403 und 404 dargestellt. Bei dem ersteren Gegengewichte befindet sich zwischen zwei Doppelrahmen, welche leicht auseinander geschraubt werden können, eine Anzahl Eisenblöcke von je 25 kg Gewicht, während das letztere aus mehreren Teilen zusammengeschraubt ist. Beide sind auf westfälischen Gruben viel in Gebrauch.

§ 63. **Bremshaspel.** — Der Bremsapparat besteht aus den Seiltrummeln, oder aus einer einfachen Scheibe, immer aber muß eine Scheibe mit

aufgelegter Bremse vorhanden sein. Diese ist entweder eine einfache oder doppelte Backenbremse, oder eine eiserne Bandbremse, an welcher zweckmäßig ein Holzfutter mit Schrauben befestigt ist. Auf den preußischen Bergwerken ist vorgeschrieben, daß die Bremsen durch ein angehängtes Gewicht selbstthätig schließen, und daß erst durch Anheben des Gewichtes mittelst eines Hebels die Bewegung erfolgen darf.

Fig. 405. Bremskessel.

Fig. 406.
Eiserne Scheibenbremse.Fig. 407.
Hölzerne
Scheibenbremse.

Einen ununterbrochenen, mit der Geschwindigkeit zunehmenden Widerstand bieten die übrigens sehr selten angewendeten Flügelbremsen¹⁾. Bei ihnen steht die Achse des Bremskorbes durch Räderübersetzung mit einem Flügelrade in Verbindung, welches sich in der freien Luft oder im Wasser bewegt. Immer ist aber neben der Flügelbremse noch eine gewöhnliche Bremse notwendig.

Fig. 405 zeigt eine Bremse mit Bobinen oder Bandseilkörben (§ 440), wie sie in Saarbrücken angewendet wird. Der ganze Apparat ist an zwei gut verstreuten Schwellen befestigt und besteht aus dem Korb *a*, von welchem das Bandseil *b* nach der Förderlast geht, aus dem kleineren Korb für das Gegengewichtseil *b*₁, sowie aus einer Bremscheibe mit der Bandbremse *d*.

Fig. 405 u. 406. Scheibenbremse zu Leoben.

In neuerer Zeit wendet man häufiger Scheibenbremsen an, weil sie einfacher und leichter zu versetzen sind. Dieselben sind meistens von Eisen, aber auch von Holz. Bei der eisernen Scheibenbremse (Fig. 406) ist

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 759.

a der Bremskranz (14 cm breit), b die Nut für das Seil; der Kranz hat 6 Speichen.

Bei der hölzernen Scheibenbremse von Zeche Altendorf in Westfalen (Fig. 407) ist a die Bremscheibe, b die Seilscheibe mit Nut.

Die Achsen der Scheiben liegen bei unterlaufendem Gegengewichte horizontal, so daß das Seil für das Bremsgestell oben, das Gegengewichtsseil unten abläuft. Bei nebenlaufendem Gegengewichte, oder bei zweiträumigen Bremsbergen steht die Achse rechtwinklig zur Flötzebene, so daß die Scheibe parallel derselben liegt; im letzteren Falle ist der Durchmesser der Scheibe meistens so gewählt, daß die ablaufenden Seile in der Mitte der beiden Bahnen liegen. Ist bei einfachem Umlegen ein Rutschen zu be-

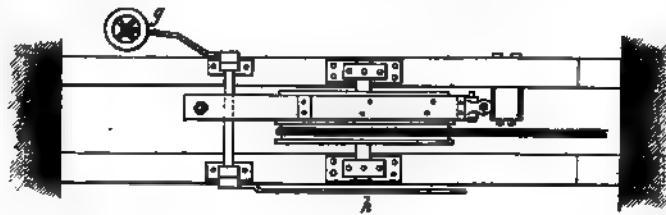


Fig. 410. Scheibenbremse von Zeche Altendorf (Grundriß).

Fig. 411. Scheibenbremse von Zeche Altendorf (Aufris).

fürchten, so legt man in die Nut entweder ein altes Hanfseil ein, oder man führt das Seil noch über eine zweite Scheibe, nachdem man dasselbe $1\frac{1}{2}$ mal

umgelegt hat, wodurch ein Reiben am Kreuzpunkte vermieden wird. Ein Beispiel dieser Art, welches gleichzeitig die Befestigung der Scheibe ersichtlich macht, zeigt ein zu Leoben¹⁾ ausgeführter Bremsberg (Fig. 408 u. 409, S. 358). Nachdem das Seil die Bremsscheibe a verlassen hat, deren Durchmesser in diesem Falle größer ist, als die Entfernung der Bahnmittel, wird es kreuzweise um die Scheibe b geführt und hinter derselben von zwei Rollen l getragen.

Auf Zeche Altendorf ist die Achse der oben erwähnten hölzernen Bremsscheibe horizontal gelegt und in der aus den Figuren 410 und 411 (S. 359) ersichtlichen Weise verlagert; mit dem Hebel h wird das Gewicht g gehoben und gleichzeitig die Bandbremse gelüftet.

Gruner²⁾ hat eine Scheibenbremse vorgeschlagen, welche ganz nach Art der festen Rollen von einem Bügel umfaßt und an einem 3 cm starken Bolzen, welcher in ein 60 cm tief in die Sohle gebohrtes Loch getrieben ist, angehängt wird. Über andere Konstruktionen vergleiche von Hauer, a. a. O. S. 764 bis 773.

In Belgien findet sowohl für Bremsberge, als auch für maschinelle Förderung die Fowler'sche Klappenscheibe eine ausgedehnte Anwendung³⁾. Ihre Nut wird durch eine doppelte Reihe von Klappen gebildet, welche das Seil zwischen sich festklemmen, und zwar um so fester, je stärker der Zug in demselben ist. Eine halbe Umwicklung des Seiles genügt infolge dessen, um ein Gleiten ganz unmöglich zu machen. Der Seilver-schleiß ist deshalb nicht größer, als bei gewöhnlichen Nutenscheiben, weil der gänzliche Ausschluß des Gleitens die durch das Einklemmen etwa verursachte Beschädigung wieder ausgleicht.

§ 64. Zweitrümmige Bremsberge. — Die zweitrümmigen oder doppelt wirkenden Bremsberge haben zwei Geleise, auf dem einen wird die volle Last abgebremst, während gleichzeitig auf dem anderen die leere heraufgezogen wird.

Muß man den Bremsberg wegen starken Druckes möglichst schmal halten, so kommt man mit 2 oder 3 Schienen und einer Ausweichestelle aus, wie bei der intermittierenden Förderung mit Seil ohne Ende (vergl. Fig. 376, 377 und 378).

Zweitrümmige Bremsberge eignen sich nur für solche Fälle, wo die Förderung am oberen Ende zusammenkommt, ergeben dann aber auch die doppelte Leistung der einrümmigen.

§ 65. Einrümmige Bremsberge. Allgemeines. — Dieselben werden angewendet, wenn die Förderung an mehreren Punkten aufzunehmen ist,

1) v. Hauer, a. a. O. II. S. 764. Fig. 4149.

2) Bull. de la soc. de l'ind. minérale 1855/56. Bd. 4. S. 408. — v. Hauer, a. a. O. II. S. 764. Fig. 4140, 4141.

3) Ch. Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885. S. 345. Fig. 267, 268.

wie z. B. bei Pfeilerbau, wo mehrere Abbaustrecken in den Bremsberg münden.

Eintrümmige Bremsberge haben nur je ein Fördergeleise (Trumm). Die auf demselben hinabgehende Last zieht ein Gegengewicht (plus Seillast) nach oben; die in letzterem dadurch aufgesammelte Kraft wird beim Aufziehen der leeren Last (plus Seilgewicht) wieder ausgegeben (§ 62).

§ 66. Eintrümmige Bremsberge mit nebenlaufendem Gegengewichte. — Geschieht der Abbau vom Bremsberge aus einflügelig (III. Abschn., § 74), so werden — wenn es die geringe Mächtigkeit des Flötzes und der Druck des Hangenden erlaubt, die nötige Breite zu geben — Gegengewichte angewendet, welche auf einem besonderen Geleise neben dem Fördergeleise laufen. Auf der Seite des letzteren münden die Abbaustrecken, mit deren Förderbahn die auf der Plattform des Bremsbockes befindlichen Schienen genau übereinstimmen müssen.

Zur Not lassen sich Bremsberge mit nebenlaufendem Gegengewichte auch für zweiflügeligen Abbau verwenden, indem man bei steilem Einfallen, also wenn ein Bremsbock auf dem Fördergeleise läuft, den Bremsberg im Liegenden verumbrucht und so die Förderung aus beiden Flügeln auf dieselbe Seite des Bremsberges bringt.

Bei flachem Einfallen, wobei ein Gestell nicht in Anwendung kommt, kann man zu demselben Zwecke die Förderbahnen der Abbaustrecken in Gestalt von eisernen Platten durch den Bremsberg hindurch gehen lassen und die über diesen »Vertischen« liegenden Geleisestücke zum Aufklappen einrichten. Allerdings sind diese beweglichen Schienenstücke der Abnutzung sehr ausgesetzt und geben zu häufigen Entgleisungen Veranlassung. Auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg sind, um den Transport der Wagen aus den Abbaustrecken auf die geneigte Sohle des Bremsberges zu erleichtern, in den letzteren bewegliche Schwenkbühnen¹⁾ angebracht. Die beweglichen Geleisestücke liegen auf einer Tafel, welche um eine in der Richtung der Abbaustrecke unter derselben angebrachte Achse drehbar ist und auf zwei, in kleinen Cylindern dicht schließenden, mit der Platte durch bewegliche Stangen verbundenen Lederkolben ruht.

Die Cylinder sind unter dem Kolben mit Seifenwasser gefüllt und durch ein Rohr, in welches ein Hahn eingeschaltet ist, verbunden. Die Luft wird beim Füllen der Cylinder durch zwei kleine, mit einer Schraube verschließbare Öffnungen herausgelassen.

Soll ein Wagen aufgeschoben werden, so wird der Hahn in dem Verbindungsrohre geöffnet, die Platte durch Drehen um ihre Achse in horizontale Lage gebracht, sodann der auf der Platte stehende leere Wagen abgezogen, der volle aufgeschoben, in die Richtung des Bremsberges gedreht und dabei auf die vertieft angebrachten Geleise gesetzt. Sodann wird der Wagen am Seile befestigt, die Platte wiederum in die Ebene des Bremsberges gedrückt,

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 274. Taf. 47. Fig. 9 u. 10.

durch Schließen des Hahnes in dieser Stellung fixiert und der Wagen abgebremst.

Eine andere sehr einfache und zweckmäßige Schwenkbühne, wie sie im Wilhelmschachte I bei Zwickau in Anwendung ist, zeigt Fig. 412.

Fig. 412 (Außß). Schwenkbühne im Wilhelmschachte I bei Zwickau.

Auf Zeche Glückauf in Westfalen¹⁾ werden vor den Abbaustrecken in das Fördergeleise des Bremsberges eiserne Wechselplatten (mit aufgegossenen Eckrippen und Ring in der Mitte) eingeschaltet und das letzte Ende der Förderbahn so schräg gelegt, daß die Schienen derselben direkt an die Wechselplatte anschließen. Allerdings beträgt das Einfallen des Flötzes nur 8 bis 12°.

§ 67. Eintrümmige Bremsberge mit unterlaufendem Gegengewichte. — Für zweiflügeligen Abbau werden die Bremsberge so eingerichtet, daß das Gestell die ganze Breite derselben ausfüllt, während das Gegengewicht unter dem Gestelle läuft. Das Aufschieben der vollen, beziehungsweise das Abziehen der leeren Wagen geschieht dabei auf beiden Seiten des Bremsberges. Die Bahn für das Gegengewicht liegt zwischen den Geleisen der Förderbahn und zwar entweder in gleicher Höhe mit derselben oder, wenn man an Höhe sparen muß, etwas tiefer.

Nach einer der Firma R. W. Dinnenthal, Kunstwerker Hütte bei Steele (Rheinpreußen) patentierten Einrichtung (D. R. P. Nr. 36 460) haben die eintrümmigen Bremsberge nur ein Geleise, in welches am Orte der Begegnung von Bremsgestelle und unterlaufendem Gegengewicht eine feste Weiche eingeschaltet ist. Die auf den Achsen verschiebbaren und mit doppelten Spurkränzen versehenen Räder des Bremsgestelles laufen in der Weiche auf den äußeren, die Gegengewichtsräder mit inneren Spurkränzen auf den inneren Schienen.

§ 68. Bremsbergförderung mit Kette ohne Ende. — Bei einem Einfallen von nur 4° hat man auf der Grube König bei Saarbrücken²⁾ in einem

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 407.

²⁾ Ebenda. 1884. Bd. 29. S. 257; 1892. Bd. 30. S. 244.

Bremsberge von 550 m flacher Teufe eine Kette ohne Ende angewendet, welche pro Meter 3,8 kg wiegt. Auf den Wagen befinden sich Gabeln, in welche sich die Kettenglieder einlegen.

Um einen gleichmäßigen Abstand der Wagen von 15 m zu ermöglichen, hat man 15 m unter jedem Anschlagpunkte einen Winkelhebel angebracht, dessen einer Arm von dem passierenden Wagen niedergedrückt wird, während der andere Arm eine Schelle in Bewegung setzt. Die Geschwindigkeit der Kette beträgt 1 m¹⁾.

§ 69. **Verschluss der Bremsberge.** — Besonders bei steil einfallenden Bremsbergen kommt es häufig vor, daß unachtsame Schlepper den Wagen in den Bremsberg hineinschieben und infolge dessen selbst mit hineinstürzen. Es besteht deshalb schon längst die Vorschrift, daß der Zugang zum Bremsberge durch einen Schlagbaum geschlossen gehalten werden soll. Da die Schlepper aber derartige Vorrichtungen häufig offen lassen und dieselben deshalb ihren Zweck nicht erfüllen können, so hat man sich bemüht, selbstthätige Verschlüsse anzubringen.

Bei dem auf Zeche Bruchstraße bei Langendreer angewendeten Brunner'schen Verschlusse²⁾ wird durch den Bremsbock ein den Bremsberg verschließender Schlagbaum, nachdem er vom Arbeiter gehoben ist, festgehalten und fällt demnächst von selbst wieder zu.

Wenn auch bei diesen und ähnlichen Vorrichtungen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß die Verschlüsse in geöffnetem Zustande festgestellt werden, um das Öffnen zu ersparen, so ist bei eintretenden Unglücksfällen sofort die Schuld des Arbeiters erwiesen und das Aufsichtspersonal frei von Verantwortung.

Eine andere einfache Vorrichtung³⁾ ist ein eiserner Bügel, welcher kurz vor dem Bremsberge in der Strecke angebracht und gut befestigt ist (Fig. 413). Der Wagen geht durch den Bügel hindurch; kippt er aber vorne in den Bremsberg hinein, so wird er am hinteren Ende vom Bügel festge-



Fig. 413.

Fig. 414.
Bremsbergverschluss.

Fig. 415.

halten. Besonders für die langgebauten westfälischen Wagen erscheint ein solches »Joch« sehr zweckmäßig.

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 257; 1882. Bd. 20. S. 244.

2) Ebenda. 1879. Bd. 27. S. 271.

3) Ebenda. 1876. Bd. 24. S. 160.

Ein anderer, ebenfalls durch Einfachheit und Zweckmäßigkeit empfehlenswerter Verschuß ist auf Zeche Borussia bei Dortmund¹⁾ eingeführt. Derselbe besteht aus einer eisernen Stange *A* (Fig. 414 und 415, S. 363), deren Enden *b* und *b'* wie Haspelhörner umgebogen sind und einen Winkel von 90° einschließen. Die Stange dreht sich in den Lagern *a* und *a'* und hat eine solche Länge, daß zwischen den Armen *b* und *b'* ein Förderwagen bequem Platz finden.

Bei der in den Fig. 414 und 415 angegebenen Stellung des Verschlusses dient der Arm *b* als Schlagbaum für den Bremsberg. Will der Schlepper seinen Wagen aufschieben, so muß er den Arm *b* in die punktierte Stellung (Fig. 414) drehen, womit aber gleichzeitig der andere, nach unten hängende Arm *b'* in horizontale Lage gebracht wird, dem Schlepper den Rückweg versperrt und ihn deshalb zwingt, nach vollendetem Wagenwechsel den Arm *b* wieder in die horizontale Lage, bzw. den Arm *b*, abwärts zu drehen, so daß der stete Verschuß des Bremsberges unabhängig von der Achtsamkeit des Fördermannes unbedingt erzwungen ist.

Auch auf der Zeche Hibernia bei Gelsenkirchen hat sich ein solcher selbstthätiger Bremsbergverschuß bewährt²⁾.

Ohne jede mechanische Vorrichtung erreicht man denselben Zweck, wenn man die Förderbahn kurz vor der Einmündung in den Bremsberg etwas seitlich verrückt, wie es u. a. auf der Zeche ver. Mansfeld in Westfalen geschehen ist³⁾.

§ 70. Bremsschächte. — Dieselben unterscheiden sich in ihrer Einrichtung kaum von den Förderschächten mit Körben. Über den Bremsschächten sind Bremsscheiben angebracht, deren Durchmesser entweder der Entfernung der Schachtmittel entspricht oder größer ist, als diese. In letzterem Falle werden die Seile durch Leitscheiben in die Schachtmitten geführt.

Das Seil ist entweder einfach übergelegt, oder, um das Rutschen zu vermeiden, mehrfach umgeschlungen.

§ 71. Seile und Ketten beim Bremsbergbetriebe. — Für lange Bremsberge kommen ausschließlich Seile in Anwendung und zwar vorwiegend runde Seile aus Eisen- oder Stahldraht, welche zweckmäßig aus abgelegten Schachtseilen hergestellt werden.

Für kürzere Längen werden an einigen Orten die Ketten den Seilen vorgezogen, da sie gegen die beim Anziehen der Bremse eintretenden Stöße größere Sicherheit gewähren sollen⁴⁾.

Auf der Königin-Luise-Grube in Zabrze O/S. hat man ein Bremsseil angewendet, dessen einzelne Drähte mit Hanf umspinnen sind. Durch längeres Kochen des fertigen Seiles in einer aus Teer und Öl zusammengesetzten Schmiermasse war der Hanf mit Fett vollständig getränkt. Das 14 mm starke

1) Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 245.

2) Ebenda.

3) Ebenda. 1886. Bd. 34. S. 236.

4) v. Hauer, a. a. O. I. S. 447.

Seil zeigte sich nach zweimonatlichem Gebrauche in einem lebhaft betriebenen Bremsberge von 40^0 Einfallen und 160 m Länge noch fast unversehrt und ohne jede Schmierung noch sehr geschmeidig. Es dürfte die noch ziemlich erhaltene Hanfumhüllung nicht unwesentlich zu diesem günstigen Resultate beigetragen haben.

§ 72. **Ausnutzung der Bremskraft.** — Besonders in Flötzen von steilem Einfallen wird durch das Auflegen der Bremse ein nicht unbedeutendes Quantum von Kraft vernichtet, und es wäre wünschenswert, wenn es durch einfache und zweckentsprechende Einrichtungen gelingen sollte, diese Kraft für andere Zwecke nutzbar zu machen.

Hat man am Kopfe des Bremsberges eine Horizontalförderung, so kann man, wie es auf Königsgrube (Oberschlesien) geschehen ist, durch Seiltransmission eine maschinelle Streckenförderung, etwa mit Seil ohne Ende und intermittierender Bewegung, einrichten. Die Übersetzung der Kraft muß natürlich in der Weise geschehen, daß die Förderwege im Bremsberge und in der Strecke in gleichen Zeiträumen zurückgelegt werden.

Auf der Grube Kronprinz bei Saarbrücken¹⁾ und auf Mariemont und Bascoup hat man in ähnlicher Weise die Kettenförderung in Bremsbergen von nicht über 30^0 Einfallen mit den Ketten in den Hauptstrecken in Verbindung gebracht und dadurch in den letzteren eine automotorische Kettenförderung eingerichtet.

Setzt man das Gewicht eines leeren Förderwagens = 250 kg, das Gewicht der Ladung = 500 kg, dasjenige von 20 m Kette à 5 kg = 100 kg, den Reibungscoëfficienten nach den Untersuchungen auf von der Heydt bei Saarbrücken = 0,04 und den Fallwinkel = 30^0 , so ist nach Vogel²⁾ die Länge der horizontalen Bahn, welche beim Abbremsen eines Wagens 1 m der Bremsbergbahn das Gleichgewicht hält, bei gewöhnlichen Verhältnissen 10, bei sehr guter Erhaltung der bewegten Teile etwa 20 m³⁾.

Auf Grube Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. betreibt man mit der Bremsmaschine in einem seigeren Bremsschachte eine Pumpe, welche das Wasser aus der Wetterstreckensohle 250 m hoch zu Tage drückt und dabei eine effektive Arbeit von 2,7 Pfd. leistet. Das Wasser wird aus dem Sammelbehälter durch 64 mm weite Rohrleitungen wieder in die Grube geführt und zum Betriebe kleiner Arbeitsmaschinen, Bohrmaschinen, sowie zur Sonderventilation (s. d.) mittelst Strahlapparaten nutzbar gemacht⁴⁾.

In Saarbrücken hat man den überschießenden Herabgleitungstrieb eines Bremsberges dazu benutzt, um aus einer darunter liegenden einfallenden Strecke je einen vollen Wagen herauf und einen leeren hinab zu befördern, indem man die Seile der einfallenden Strecke durch eine Schutzwand hin-

1) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 252.

2) Ebenda. 1883. Bd. 31. S. 403.

3) Eugen Braun, Die Kettenförderung. Freiberg 1886. S. 64.

4) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 252.

durch direkt mit denen des Bremsberges verband¹⁾. Sind die Längen nicht, wie in diesem Falle, einander gleich, so kann man, wie auf Kronprinz Friedrich Wilhelm²⁾, einen besonderen Seilkorb von entsprechendem Durchmesser mit dem Bremswerke direkt oder durch Transmission verbinden und die Seile durch den Bremsberg gehen lassen.

Bremsberge mit Rücklaufbahn³⁾, bei welchen auf der Zuförderstrecke zwei Geleise mit entgegengesetztem Einfallen liegen, können in größerer Ausführung nur über Tage angelegt werden. Auf der einen Bahn laufen die vollen Wagen dem Bremsberge selbstthätig zu, auf der anderen höher liegenden Bahn leer wieder zurück; auf diese größere Höhe werden die leeren Wagen mit der am Bremsberge produzierten Arbeit durch einen, mit dem Bremsberge mittelst Übertragung in Verbindung stehenden Hilfsaufzug empor geschafft.

Bei einer im Seegraben bei Leoben⁴⁾ angebrachten Rücklaufbahn betrug das Gewicht des leeren Wagens 280, das der Ladung 600 kg. Der Bremsberg ist 132, die Aufzugbahn für die leeren Wagen 8,5 m lang, die Neigung beider beträgt 30°. Die Länge der Zu- und Rücklaufbahn beträgt je 260 m, ihr mittleres Gefälle daher 16 : 1000.

8. Aufwärts gehende Streckenförderung.

§ 73. **Allgemeines.** — Aufwärts gehende Streckenförderung kommt in einfallenden Strecken (Flache in der Provinz Sachsen) aus Unterwerksbauen (III. Abschn., § 32) vor. Haben die Strecken ein steiles Einfallen, so geht die Förderung allmählich in solche aus Gesenken, bzw. in die bei der Schachtförderung zu beschreibenden Methoden über.

Ist das Einfallen stärker als 20°, so sind, wie bei Bremsbergen, Gestelle mit einem und mehreren Wagen anzuwenden; in solchem Falle ist die Plattform treppenförmig. Bei flacherem Einfallen laufen die Wagen entweder einzeln oder in Zügen direkt auf den Schienen.

Die Verbindung der Wagen unter sich und mit dem Seile geschieht wie bei der Pferde- und maschinellen Streckenförderung, mit Kuppelketten, bzw. -Haken. Bei langen Zügen und steilerem Einfallen soll man jedoch wenigstens den zweiten oder vierten Wagen außerdem noch direkt mit dem Seile verbinden, um eine übermäßige Belastung der obersten Kuppelketten zu vermeiden. Zu dem Zwecke läßt man entweder Ketten vom Seile ausgehen und hängt in dieselben die einzelnen, an den Wagen befindlichen Ketten ein, oder besser man läßt das Seil selbst unter dem Zuge hin-

1) Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 186.

2) Ebenda. 1862. Bd. 10. S. 207.

3) v. Hauer, a. a. O. II. S. 789. — Burat, Material des Steinkohlengebirges. Deutsch von Hartmann. S. 371.

4) v. Hauer, a. a. O. II. S. 782. — v. Arbesser, Über Schmued's Bremsberge mit Rücklaufbahn, Jahrb. der k. k. Bergakad. 1874. Bd. 22. S. 200.

durchgehen¹⁾. Es werden dann Knoten k (Fig. 416 und 417) gebildet indem man Eisenringe mit Draht umwickelt. Neben dem Knoten befindet sich der Bügel l , welcher mit einem Haken h in die Öse der Zugstange b eingreift.

Ebenso kann das untere Ende des Seiles aus einer Kette bestehen, in deren aufrecht stehenden Gliedern kurze Zugketten mit Haken befestigt sind.

Um das Durchgehen der aufwärts fahrenden Wagen bei einem Seilbruche oberhalb des Zuges zu verhüten, sind in Mansfeld hinter dem letzten Wagen die in den Fig. 418, 419 und 420 dargestellten Hemmvorrichtungen angebracht. Bei Fig. 418 und 419 nimmt dieselbe beim Durchgehen des Wagens die punktierte Lage ein, wobei sich die beiden Hörner gegen die Sohle stemmen. Bei der Einrichtung in Fig. 420 stellt sich im nämlichen Falle die Klinke k gegen die Zähne des Schaltrades s , die Laufäder werden gebremst und der Winkelhebel h durch den Wagen W niedergedrückt²⁾.

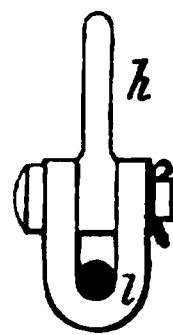
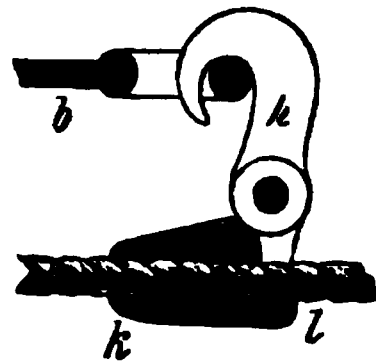


Fig. 416. Fig. 417.
Verbindung der Förderwagen mit dem Seile bei aufwärts gehender Streckenförderung.

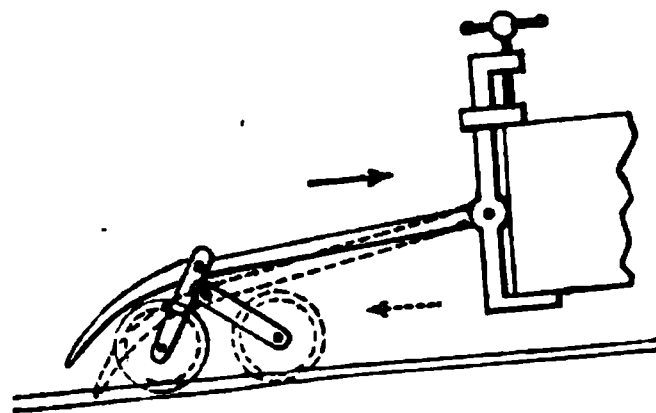


Fig. 418.

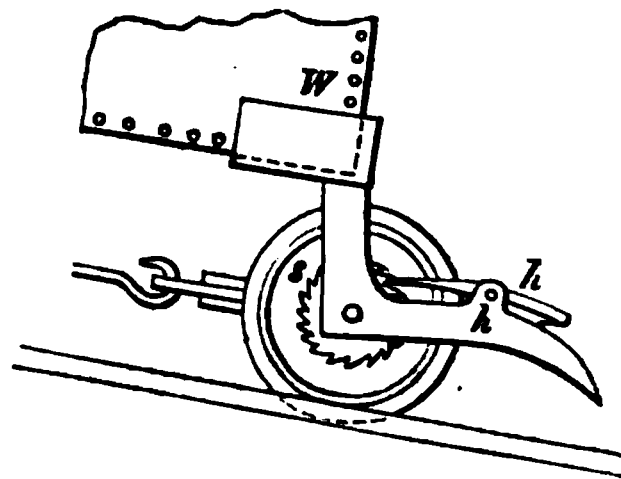


Fig. 420.

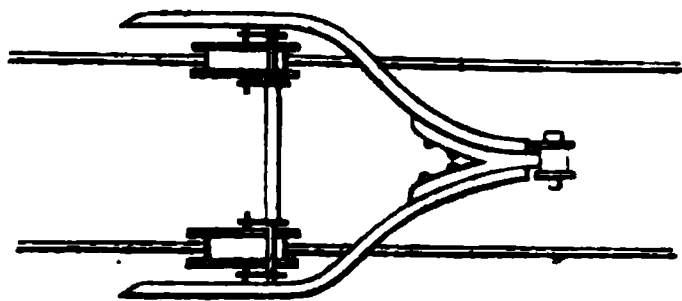


Fig. 419.

Fangvorrichtung für aufwärts gehende Streckenförderung.

1) v. Hauer, a. a. O. I. S. 354.

2) Über eine Fangvorrichtung bei der Bremsberg-Kettenförderung auf der fiskalischen Steinkohlengrube König bei Saarbrücken vergl. Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 287.

Kapitel VI.

Verschiedene Methoden der aufwärts gehenden Streckenförderung.

§ 74. **Doppelt wirkende geneigte Förderung.** — Dieselbe findet stets bei einem solchem Einfallen statt, bei welchem durch die abwärts gehenden leeren Wagen ein, die aufwärts gehende Last zum Teil ausgleichender Überschuß an Kraft entwickelt wird. Dabei kann man die Geleise ganz so einrichten, wie bei doppelt wirkenden (zweitrümmigen) Bremsbergen, d. h. entweder mit Doppelgeleise auf die ganze Länge, oder mit drei Schienen und Ausweichestelle (Fig. 377) oder mit drei Schienen unter und zwei Schienen über der letzteren (Fig. 378) oder endlich mit zwei Schienen und Ausweichestelle (Fig. 376).

Bei der Förderung ohne Gestelle müssen an den Enden der Bahn horizontale Anschlagplätze mit zwei Geleisen für volle und leere Wagen eingerichtet werden. Damit bei dem Überschieben der Wagen von einem Geleise auf das andere die Seile nicht im Wege sind, läßt man sie bis zum Ende der Anschlagplätze unter der Bahn laufen. Im übrigen müssen die Seile auf Rollen geführt werden, um das Schleifen an der Sohle zu verhüten und um sie bei Benutzung von Weichen in der Bahnmitte zu halten.

§ 75. **Einfach wirkende geneigte Förderung.** — Bei einem sehr flachen Einfallen fällt der mechanische Vorteil fort, welchen das Niedergehen der leeren Wagen bietet. Sobald dieselben eben noch imstande sind, das Seil nachzuziehen, fördert man abwechselnd die vollen Wagen aufwärts und läßt die leeren auf demselben Geleise hinab.

Auf den Anschlagplätzen gabelt sich das letztere, so daß man volle und leere Wagen ebenso bereit stellen kann, wie bei der einfach wirkenden Horizontalförderung, mit der die in Rede stehende Methode überhaupt übereinstimmt, nur daß das Hinterseil fehlt.

§ 76. **Geneigte Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende.** — Die Förderung mit Seil und Kette ohne Ende in einfallenden Strecken entspricht der Horizontalförderung mit Stillständen nach Ankunft der Züge und immer gleicher Bewegungsrichtung des Seiles, so daß volle und leere Wagen stets auf demselben Geleise laufen. Jedes derselben gabelt sich nach den Anschlagplätzen in zwei, so daß auf dem einen die Züge fertig gestellt werden können. Um dabei den freien Verkehr der Wagen nicht zu behindern, muß das Seil wiederum unter der Bahn geführt werden, während es im übrigen unter den Wagen liegt. Die Befestigung der Züge am Seile geschieht nur mit dem vordersten Wagen und zwar mit Hilfe einer Seilklemme (Seilkatze)¹⁾, in welche die Anhängerkette eingehakt wird. In neuerer Zeit sind Ketten ohne Ende zur Förderung aus »Flachen« auf den Braunkohlengruben

1) v. Hauer, a. a. O. II. S. 596.

Marie Luise bei Neindorf, Emilie bei Warsleben, Georg bei Aschersleben und Glückauf bei Völpke eingerichtet¹⁾. Auf der letzteren Grube gehen die Kohlen mit derselben Maschine aus dem Flachen durch den Schacht und dann noch bis zu der 2 km entfernten Ladestation.

§ 77. Förderkräfte. — Als Förderkräfte dienen Haspel ohne und mit Vorgelege, ferner Pferdegöpel²⁾, Dampf-, Luft- und hydraulische Maschinen. Dampfhaspel stellt man unter Tage auf, wenn man den Dampf unschädlich machen kann, sonst stehen sie über Tage, wenn die einfallende Strecke nahe beim Schachte abgeht. Die Seile läßt man im Schachte hinabgehen und führt sie über Leitscheiben in die einfallende Strecke.

Lufthaspel sind vielfach auf Zeche ver. Hamburg, sowie in Saarbrücken³⁾ und England⁴⁾ in Gebrauch, wenn die einfallenden Strecken oder Gesenke fern vom Schachte liegen. Eine vorteilhafte Kraftübertragung bietet auch in diesem Falle das Wasser unter Benutzung kleiner Wassersäulenmaschinen⁵⁾, sofern das Abwasser nach dem Schachte Abfluß hat, ebenso Wasserräder⁶⁾, Turbinen und hydraulische Aufzüge⁷⁾.

Eine im Martinschächter Hauptflachen des Mansfelder Kupferschieferbergbaues eingebaute Wassersäulenmaschine kann mit einer Wasserkraft von 750 l pro Minute und 120 m Nutzdruck in dem mit 8° Neigung einfallenden Flachen vier beladene Wagen mit einer Geschwindigkeit von 1,2 m pro Sekunde aufwärts ziehen. Die Maschine zeichnet sich dadurch aus, daß sie, ähnlich wie Dampfmaschinen mit veränderlicher Expansion, mit veränderlicher dem jeweiligen Kraftbedarfe entsprechender Druckwasserfüllung der Cylinder arbeitet und sich selbstthätig reguliert. Die dadurch in den Cylindern entstehenden leeren Räume werden mit gebrauchten Kraftwassern ausgefüllt. Die Maschine ist zu dem Zwecke mit einer sehr sinnreichen Ventilsteuerung ausgestattet⁸⁾.

II. Schachtförderung.

§ 78. Allgemeines. — Schachtförderung ist der Transport der mit der Streckenförderung herangeschafften Massen bis zur Hängebank des Schachtes, wobei stets ein volles Gefäß aufwärts und ein leeres abwärts geht.

Bei geringen Tiefen geschieht die Schachtförderung durch Haspel, bei

1) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 278.

2) Combes, Bergbauk., deutsch von Hartmann. Bd. 2. S. 215.

3) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 1. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1869. S. 308.

4) Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 102.

5) Ebenda. 1871. Bd. 19. S. 175; 1860. Bd. 8. S. 189; 1879. Bd. 27. S. 271 (auf 1000 m Länge in Gerhardgrube bei Saarbrücken).

6) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 287.

7) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 379.

8) Ebenda. S. 380. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. Bd. 15. S. 571. Über eine Förderung mittelst Wasseraufzuges von J. Meyer (D. R. P. 28 451) vergl. Preuß. Zeitschr. 1885. S. 230.

größeren Tiefen werden Tiere (Pferde), sowie mit Dampf, Wasser oder Luft betriebene Maschinen angewendet.

Gehen die bei der Streckenförderung gebrauchten Gefäße nicht zu Tage, so müssen sie auf Füllörtern in die Schachtgefäße umgefüllt werden; anderenfalls werden die Streckengefäße entweder direkt am Seile angeschlagen, oder sie gehen in besonderen Behältern, den Förderkörben, -gestellen oder -schalen zu Tage.

Die Verbindung der Last mit der Maschine geschieht durch Seile oder Ketten, nur bei der pneumatischen Förderung (§ 143) kommen dieselben gänzlich in Wegfall.

1. Apparate.

Kapitel VII.

Seile, Ketten und Bänder.

§ 79. **Geschichtliches.** — Nach Agricola¹⁾ waren beim Bergbau zuerst Hanfseile in Anwendung. Am Harz²⁾ wurden dieselben wegen ihrer Kostbarkeit (1 Harzer Lachter = 1,9203 m kostete 2 Thaler) am Anfange dieses Jahrhunderts durch Ketten (eiserne Seile) nahezu verdrängt. Dieselben waren aber wieder zu schwer, denn ein eisernes Kettenseil von 200 Lachter mit nach der Tiefe abnehmender³⁾ Stärke der Glieder wog 3000 Pfd., also etwa fünfmal so viel, als die gewöhnliche Last einer Treibtonne, und da außerordentlich häufig Brüche der Ketten vorkamen, so nahm einerseits der Gebrauch der Hanfseile wieder zu, andererseits bemühte man sich, durch sorgfältige Herstellung des Ketteneisens und der Kettenglieder die zahlreichen Brüche zu beseitigen, sowie durch Unterhängen von Ballastseil (§§ 134, 135) das Seilgewicht auszugleichen, bis man endlich im Jahre 1834 dazu überging, Seile aus Längsdraht in derselben Weise herzustellen, wie Hanfseile.

Die somit vollzogene Erfindung unserer heutigen Drahtseile war für den gesamten Bergbau in hohem Grade epochemachend und schnell verbreiteten sich diese Seile in alle Länder. Das Verdienst der ersten Idee gebührt unstreitig dem Oberbergrath Albert in Clausthal; bei der außerordentlichen Wichtigkeit der Sache erscheint es aber gerechtfertigt, hervor-

1) Ržiha, Tunnelbaukunst. 1867. S. 345.

2) Albert, Die Bergw.-Verw. d. Hann. Oberharzes in den Jahren 1834—1836; Berlin 1837. S. 215; aus Karsten's Archiv. Bd. X.

3) Die verjüngten Kettenseile sind die Vorläufer der verjüngten Drahtseile (vergl. Hoppe, Bergwerke u. s. w. des Ober- u. Unterharzes. Clausthal 1883).

zuheben, daß nach einer durchaus glaubwürdigen Schrift¹⁾ des Maschinendirektors Mühlenpfordt (Chef des Maschinenwesens und Untergebener Albert's) dieser einen wesentlichen Anteil an der praktischen Ausführung der Albert'schen Idee gehabt hat. Mühlenpfordt hat an Stelle der bisherigen Zangenwerke in dem Drahtwerke zu Königshütte am Harz Leier-Drahtzüge eingeführt und somit erst die Herstellung von Draht, welcher für Drahtseile brauchbar war, ermöglicht. Auch hat er die Art und Weise, »wie man Drähte zusammenschlagen könne, ohne dabei die einzelnen Drähte um ihre eigene Achse zu drehen und dadurch ihrer Haltbarkeit zu berauben«, sowie die nötigen Werkzeuge angegeben.

§ 80. Hanf- und Aloeseile. — Die heute gebräuchlichen Hanfseile sind Rundseile für Haspelförderung und Bandseile für Schachtförderung. Die letzteren bestehen aus mehreren nebeneinander liegenden und durch Zusammennähen²⁾ verbundenen Rundseilen.

Das Gewicht von 1 ccm Hanfseil ist ungeteert 0,004 kg, für ein geteertes Seil steigt dieses Gewicht um 40—20⁰/₀. Nach einer Berechnung von v. Hauer³⁾ müßte der Querschnitt eines Hanfseiles für eine vertikale Fördertiefe von 800 m, bei einer Gesamtbelastung von 4500 kg (ausschl. Eigengewicht), einer zulässigen Belastung von 400 kg und dem Gewichte einer Volumeinheit von 0,0042 kg nicht weniger als 375 qcm sein, so daß sich ein Gewicht des ungeteerten Seiles von 30 000 kg ergeben würde. Bei 800 m Schachttiefe sind also Hanfseile von konstantem Querschnitte nicht mehr brauchbar.

Setzt man dagegen das Hanfseil aus 40 Abteilungen von je 80 m Länge und abnehmendem Querschnitte zusammen, so beträgt das Gesamtgewicht nur 2440 kg oder geteert 2400 kg. Demnach sind Hanfseile nur mit abnehmendem Querschnitte für größere Tiefen anwendbar, leiden aber immer an starker Abnutzung, besonders im obersten Teile.

Aloeseile, welche an einigen Orten, besonders in Belgien, Frankreich und auch in Westfalen benutzt werden, stellt man aus den Fasern der Aloe (*Agave americana*) her. Dieselben sind ungeteert um ¹/₉ leichter als Hanfseile und sollen in nassen Schächten länger dauern, haben aber eine geringere Zugfestigkeit als Hanfseile.

§ 81. Ketten. — Ketten können, weil ihre Glieder teilweise auf Biegung in Anspruch genommen, bei gleichzeitiger Einwirkung einer großen Seil- und Förderlast an der Druckstelle spröde werden, und auch, weil an den Schweißstellen geringere Haltbarkeit anzunehmen ist, nur mit 600 kg pro 1 qcm des Querschnittes belastet werden, während man bei Drahtseilen 4000 kg und mehr annimmt. Auch haben sie den Nachteil, daß ein

1) Über die Entstehung der Seile aus Eisendraht und ihre Einführung bei dem Bergbau am Oberharze von Ludwig Mühlenpfordt, emer. Maschinendirektor. Hannover, Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke. 4854.

2) Rittinger, Erfahrungen. 4863. S. 4.

3) a. a. O. S. 23.

plötzlicher, vorher nicht zu bemerkender Bruch eintritt, wenn auch nur ein Glied schlecht ist.

Man verwendet deshalb Ketten bei Schachtförderung nur noch als Schurz- oder Zwieselketten zur Verbindung des Fördergefäßes mit dem untersten Seilende, wenn dasselbe (bei Hängeseil) starken Biegungen ausgesetzt ist.

§ 82. **Drahtseile.** — Die Drahtseile bestehen aus Eisen-, Stahl-, Flußeisen- und Bronzedraht, und zwar sind stets die Drähte zu Litzen und die Litzen zum Seile zusammengeflochten. Stärkere Kabel bestehen wieder aus mehreren, wie Litzen behandelten Seilen. Ferner unterscheidet man Rundseile und Bandseile. Die letzteren entstehen, wenn nebeneinander gelegte Rundseile durch Nähen²⁾ oder Nieten unter sich befestigt werden.

Drähte und Litzen müssen recht dicht geflochten sein, denn sobald sie Spielraum haben, tritt eine starke Abnutzung durch gegenseitiges Abreiben ein, welche um so bedenklicher ist, weil man diesen, im Innern des Seiles sich vollziehenden Vorgang nicht bemerken kann, so daß plötzliche Seilbrüche eintreten.

Mehr als vier Litzen müssen deshalb um eine Seele (Kern) herumgewickelt werden; bisweilen erhalten auch die Litzen eine Seele, welche am besten aus geteertem Hanf besteht, Drahtseelen entsprechen dem eben genannten Zwecke weniger und erhöhen das Gewicht des Seiles, nicht aber dessen Haltbarkeit, weil sie nicht dieselbe Spannung haben, als die gewundenen Drähte. Eine vollkommen gleiche Spannung aller Drähte ist überhaupt die wichtigste Anforderung an ein gutes Fabrikat.

§ 83. **Stärke der Drähte.** — Die Stärke der Drähte richtet sich im allgemeinen nach dem Durchmesser der Seilkörbe, Scheiben etc., je kleiner dieser, um so dünner muß der größeren Biegsamkeit halber der Draht sein. Allerdings ist dabei wieder zu berücksichtigen, daß dünner Draht weit mehr durch Rosten leidet, als stärkerer. Bei Förderseilen schwankt die Drahtstärke von 0,56 bis 3,40 mm (No. 24 bis No. 10 der englischen Drahtlehre) oder von 0,60 bis 3,50 mm (No. 4 bis 18 der französischen Drahtlehre)³⁾.

Nach der Stärke des Drahtes richtet sich auch der Drall, d. h. derjenige Winkel, um welchen die Drähte von der Längsachse des Seiles abweichen (10 bis 25°), oder auch das Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser einer Windung.

Je stärker der Drall, um so mehr wird das belastete Seil in Anspruch genommen, nähert sich aber dabei gleichzeitig der runden, für die Auf-

1) Wenderoth, Über Schachtförderseile und Seilkosten, in Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 77.

2) v. Rittinger's Erfahrungen 1863. S. 4.

3) Die englische Drahtlehre gilt in England und Norddeutschland, die franz. für Draht und Drahtstifte in Frankreich, für letztere auch in Deutschland. (Vergl. Berg- u. H.-Kalender 1886. S. 145.)

wicklung günstigsten und bei neueren Seilen deshalb ausschließlich angewendeten Form.

Die Stärke der Drähte läßt sich, besonders bei einem alten rostigen Seile, durch direkte Messung weit weniger genau, als durch Rechnung bestimmen. Riehn¹⁾ giebt dafür folgende Tabelle, in welcher a die Anzahl der Drähte, n das Verhältnis $\frac{d}{\delta}$ (d = Durchmesser des Seiles, δ = derjenige der Drähte in mm) bedeutet:

für a	24	36	48	54	64	72	90	108	120	180	240
- n	6	9	12	12,24	12,77	13,2	14,44	15	15,74	18,88	22

Darnach ist z. B. für $a = 54$ und $d = 38$ mm

$$12,24 \delta = 38$$

$$\delta = 3,1 \text{ mm.}$$

§ 84. Anzahl der Drähte und Litzen.²⁾ — Bei den Haspel- und Förderseilen liegt die Anzahl der Drähte meistens zwischen 24 und 120, je nach der Stärke des Drahtes. Da die Anzahl der Litzen im Interesse der runden Form meistens 6 beträgt (mit einer Hanfseele in der Mitte), so kommen bei Förderseilen von 17 bis 30 mm Stärke meistens 6 bis 20 Drähte in eine Litze.

§ 85. Gewicht und Tragfähigkeit der Seile.³⁾ — Auch für das speziellere Studium der hierbei in Betracht kommenden Berechnungen ist die vorerwähnte sehr klare und erschöpfende Arbeit Riehn's zu empfehlen⁴⁾.

Das Gewicht der Kubikeinheit runden Drahtseiles (γ) ist für ein cbm 3900 kg, für ein cbmm 0,000039 kg, d. h. nahezu gleich der Hälfte der Kubikeinheit von Rundeisen.

Der Seilquerschnitt besteht nur zu $\frac{4}{10}$ aus reinem Eisen, daß dennoch das Gewicht höher ist, erklärt sich leicht aus den Hanfseelen und besonders aus dem Drall der Drähte.

Das Gewicht eines laufenden Meters Seil ist

$$1) \quad g = 0,0076 a \delta^2$$

und bei

$$\gamma = 0,000039 \text{ kg, weniger genau}$$

$$2) \quad g = 0,003 d^2.$$

Bei bekanntem Gewichte läßt sich aus diesen Formeln die Drahtstärke berechnen, denn es ergibt sich aus 1:

$$3) \quad \delta = 11,47 \sqrt{\frac{g}{a}}.$$

1) Riehn, Über Berechnung der Förderdrahtseile und Seilkörbe, in Preuß. Zeitschrift. 1872. Bd. 20. S. 242.

2) Derselbe, a. a. O. S. 240.

3) Berg- u. Hüttenkalender. Essen 1886. S. 145.

4) Vergl. auch Mitteil. aus den königl. techn. Versuchsanstalten. Berlin 1884. Heft 4.

Um die Tragfähigkeit der eisernen Seile zu berechnen, giebt Riehn die Inanspruchnahme J für 1 qmm zu 10 kg an und berechnet damit die Traglänge des Seiles, d. h. diejenige Länge, bei welcher das Seil durch sein Eigengewicht am oberen Ende die Inanspruchnahme J allein hervorruft, zu 1026 m.

Nennt man die gesamte Förderlast (Fördergefäße, Korb und Nutzlast) L , und das Seilgewicht S , so ist bei gegebener Schachttiefe H

$$4) \quad \frac{S}{L} = \frac{H}{1026 - H}.$$

Zieht man von der Traglänge die Förderlast ab, so bleibt das zulässige Seilgewicht übrig. Aus 4) ergeben sich außerdem die Beziehungen zwischen Seilgewicht und Seillänge, beziehungsweise Schachttiefe H .

Für Bandseil aus Eisendraht beträgt die Traglänge 886 m, für runde Seile aus Gußstahl 1540, für stählerne Bandseile 1330 m, die zulässige Inanspruchnahme ist für Gußstahl 15 kg pro 1 qmm.

Die Stärke der Gußstahlseile ist in Westfalen nach Nonne durchschnittlich 37 bis 38 mm bei einem Gewichte von 5,5 kg für das lfd. Meter. Die stärksten Rundseile von Gußstahl haben etwa 45 mm Durchmesser bei einem Metergewichte von 7,84 kg. Die durchschnittliche Dauer beträgt 19,4 Monate.

Bandseile aus Gußstahl haben in Westfalen ein Metergewicht von 5,0 bis 8,4 kg, eine geringste Dauer von $5\frac{1}{3}$, eine größte von 24, eine durchschnittliche von 12 Monaten. Die drei in Westfalen gebrauchten Aloebandseile haben Metergewichte von 10,4, 11,17 und 14 kg, geringste Dauer des Aufliegens von bezw. 10, 18 und 8 Monaten, größte Dauer von 22, 36 und 18 Monaten.

§ 86. Verjüngte Seile. ¹⁾ — Um bei großen Schachttiefen an Seilgewicht zu sparen, ohne die Tragfähigkeit zu verringern, wendet man Seile an, welche von oben nach unten schwächer werden. Dabei wird der unterste Querschnitt nur nach der Förderlast berechnet, während für den oberen außerdem noch die Seillast hinzukommt. Die Verjüngung geschieht in Abteilungen, deren jede gleiche Seilstärke hat.

Nach Riehn's Ermittlungen ist ein Vorteil mit verjüngten Seilen erst bei Tiefen von über 500 m zu erwarten. Von da an werden die Gewichtsverhältnisse der verjüngten Seile, gegenüber den gleichmäßig starken, schnell viel günstiger und gestatten eine Förderung aus Tiefen, in welche man mit gleichmäßig starken Seilen nicht gelangen kann.

§ 87. Vergleich der Drahtseile aus Eisen, Stahl und Bronze. — Seile aus Phosphorbronze haben sich in Goulay bei Aachen nicht bewährt; sie waren teurer, schwerer und weniger haltbar als Stahlseile.

Eiserne Seile haben bei gleicher Tragkraft ein weit größeres Ge-

1) Riehn, a. a. O. S. 254. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. 1886. Bd. 30. S. 1102.

wicht, als Stahlseile, und werden bei größeren Tiefen zweckmäßig durch diese ersetzt.

Bei Stahlseilen nimmt man, der geringeren Biegsamkeit wegen, auf den Camphausenschächten möglichst viel Litzen und dünne Drähte. Auch müssen die Durchmesser des Seilkorbes und der Seilscheibe, sowie der Winkel, den die Richtung des vom Korbe abgehenden Seiles mit der senkrechten Richtung des im Schachte hängenden macht, größer sein, als bei eisernen Seilen.

Bei gleicher Tragfähigkeit wiegen Stahlseile nur etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{5}$ von Eisenseilen und nur etwa $\frac{1}{3}$ von Hanfseilen.

Die vielfach ausgesprochene, auf Erfahrung beruhende Behauptung, daß Gußstahlseile bei häufigen Stößen, wie sie beim Bilden von Hängeseil im Augenblicke des Anhebens vorkommen, schneller spröde und brüchig werden, als Eisendraht, ist noch nicht völlig widerlegt. Jedenfalls ist es gut, diese Stöße überhaupt möglichst zu vermeiden, indem man statt der Seilausgleichung durch Spiralkörbe (bei denen sich in Verbindung mit Etagengestellen die Bildung von Hängeseil nicht vermeiden läßt), andere Methoden der Seilausgleichung wählt, hydraulische und Kniegelenk-Stützen (§§ 442 bis 445), Seilfederbüchsen u. s. w. anwendet, das Seil nach einigem Gebrauche umlegt¹⁾ und von Zeit zu Zeit das untere Ende abhaut.

Bei den Gußstahlseilen hat die richtige Auswahl des Materiales einen wesentlichen Einfluß auf die in Rede stehende Frage. Seitdem man, unter Hinzurechnung des Flußeisens, eine ganze Menge von Abstufungen in Bezug auf Härte und Sprödigkeit, sowie auf Zähigkeit des Gußstahls herzustellen im stande ist, kann man ungünstige Erfahrungen mit Gußstahlseilen nicht verallgemeinern, weil möglicherweise nicht das brauchbare Material gewählt war.

In besseren Fabriken wird jeder einzelne Drahttring, bevor er verarbeitet wird, auf seine Tragfähigkeit, Drehungs- und Biegezugfestigkeit geprüft.

Nach einer Zusammenstellung von Wenderoth betragen im Durchschnitt der vier Jahre 1877—1880 die Seilkosten für 1 Meter-Tonne (durchschnittliche Hebung von 1000 kg auf 1 m Höhe):

	Westfalen	Saarbrücken
Für Bandseile aus Gußstahl	0,01149 \mathcal{P}	0,02072 \mathcal{P}
- - - Eisen	0,01415 -	0,01232 -
- - - Aloe	0,00556 -	0,01899 -
- Rundseile aus Gußstahl	0,00567 -	0,00794 -
- - - Eisen	0,00509 -	0,00490 -

Die höheren Seilkosten in Saarbücken erklären sich nach Wenderoth dadurch, daß man dort die Förderseile, weil sie in den meisten Fällen auch zur Seilfahrunge benutzt werden, schon ablegt, sobald sich der geringste Fehler

1) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 12. S. 246.

2) Ebenda. 1882. Bd. 30. S. 78.

an ihnen zeigt, vielfach aber auch ohne Rücksicht auf Fehler nach einem Betriebsjahre oder nach Erreichung einer vorgesehenen Nutzleistung. Die abgelegten Seile werden jedoch noch weiter als Ausgleichseile oder aufgedreht zu Bremsseilen u. s. w. verwendet und vollständig ausgenutzt.

Nach vorstehender Tabelle geben die Bandseile aus Gußstahl und Eisen die schlechtesten ökonomischen Resultate, was daher kommen mag, daß die einzelnen Litzen selten gleiche Spannung haben, deshalb verschieden belastet sind und schnell abgenutzt werden. Man müßte deshalb diese Bandseile gänzlich ausschließen, wenn sie nicht wegen der, übrigens auch auf andere Weise zu erreichenden, Ausgleichung der Seillast nicht zu unterschätzende Vorteile böten. Seile aus Gußstahl zeigen nach dem Ablegen kaum einen Verschleiß der Drähte, dieselben sind auch nach vorhergegangener Drehung nicht gerissen, wohl aber häufig gebrochen, was auch Koepe¹⁾ beobachtet hat. Nachdem ferner auch die Versuche mit Seilen aus Flußeisendraht durchaus nicht die vorausgesetzten günstigen Resultate ergeben haben, würde durchaus keine Veranlassung vorliegen, andere Seile anzuwenden, als die sich entschieden am billigsten stellenden aus Holzkohleneisendraht, wenn dieselben nicht bei großen Förderteufen, schon um das Eigengewicht zu tragen, sehr bedeutende Stärken und Gewichte bekommen müßten, was wiederum in ungünstiger Weise auf die gesamte Förderanlage einwirkt. Deshalb muß man bei großen Förderteufen unbedingt runde Gußstahlseile verwenden, dieselben aber aus mittelweichem Tiegelgußstahl (nicht Bessemerstahl) herstellen. Auf den fiskalischen Saargruben verlangt man, daß derselbe eine Bruchbelastung von 114 bis höchstens 120 kg per qmm, bei einer Dehnung bis zum Zerreißen von 1 bis 2% aushalten muß. Daneben soll derselbe aber auch, je nach der Drahtnummer (Stärke) 4 bis 6 rechtwinklige Biegungen um einen Dorn von 5 mm Radius für die stärksten (Nr. 11), bis zu 14 Biegungen für die schwächsten Drähte (Nr. 19) aushalten.

Von blank-weich gezogenem Holzkohlendraht verlangt man eine Bruchbelastung von 50 kg pro qmm, von dem etwas härteren 50 bis 60 kg. Geglühte Drähte tragen etwa $\frac{1}{3}$ weniger. Die Ausdehnung bis zum Zerreißen soll bei blankem Drahte 1 bis 2%, bei geglühtem 15% betragen. Die rechtwinkligen Biegungen um einen Dorn von 5 mm Radius werden auf 4—5 (für Nr. 11) bis zu 12 und 13 (für Nr. 19) festgestellt.

Nach einer umfassenden Arbeit von Havrez (*Revue universelle des mines*, Bd. XXXIII, S. 86) lassen sich nach Ch. Demanet²⁾ folgende Schlüsse ziehen:

1. Seile von gleichmäßigem Querschnitt, auch Rundseile, sind für Teufen von 1000 m ungeeignet.
2. Das Bandseil von Stahldraht mit von je 100 zu 100 m abnehmendem

1) Glückauf. Essen 1879. Nr. 76.

2) a. a. O. S. 557.

Querschnitt ist $4\frac{1}{2}$ mal schwerer, als ein entsprechendes Rundseil. Das Aloeseil von kontinuierlich abnehmendem Querschnitt ist fast dreimal so schwer, als das von 100 zu 100 m verjüngte Rundseil von Stahldraht.

3. Das runde verjüngte Stahldrahtseil ist ungefähr $3\frac{1}{2}$ mal leichter und billiger, als das Aloeseil.

Die Ermittlungen gelten für eine angehängte Last von 3400 kg und eine Teufe von 1000 m.

§ 88. **Mittel zur Schonung der Seile.** — Außer der Vermeidung heftiger Stöße giebt es verschiedene Mittel und Vorsichtsmaßregeln, um die Dauer eines Seiles zu verlängern. Dahin gehört zunächst eine gute Schmierung des Seiles, um das Rosten zu verhüten.

Ržiha¹⁾ empfiehlt, 100 Pfd. Holzkohlenteer auf 120° zu erhitzen, um das Wasser zu verjagen, dann auf $80\text{—}90^{\circ}$ abzukühlen und unter stetem Umrühren 15—20 Pfd. Talg hinzuzusetzen.

Am Harz werden als Seilschmiere $\frac{1}{3}$ Öl und $\frac{2}{3}$ Harz oder Kolophonium, im Erzgebirge $\frac{6}{9}$ Kolophonium, $\frac{2}{9}$ Öl und $\frac{1}{9}$ Talg gebraucht. Der ganze Seilüberzug soll 0,44 des Seilgewichtes betragen.

In v. Rittinger's Erfahrungen findet sich folgendes Seilüberzugrezept.

100	Pfd. Steinkohlenteer
50	- Unschlitt
40	- Rüböl
20	- Wagenschmiere
20	- Kolophonium.

Die Schmiere muß in regelmäßigen Zwischenräumen, etwa alle vier Wochen, in sehr nassen Schächten sogar alle 8 bis 14 Tage wiederholt werden.

Auf Bockswiese am Harz hat man das Schmieren dadurch zu umgehen gesucht, daß man Seile aus verzinktem Stahldrahte von Felten und Guilleaume, bis jetzt mit bestem Erfolge anwendet. In Freiberg sind ähnliche Versuche mit verzinkten Eisendrahtseilen von Reichenberger und Baum nicht günstig ausgefallen, da diese Seile, ebenso wie solche, deren einzelne Drähte mit Hanf umspinnen waren, gegenüber den gewöhnlichen Seilen nahezu den sechsfachen Verschleiß ergaben.

Im übrigen hat man immer mehr die Überzeugung gewonnen, daß es zweckmäßig und auch ökonomisch am vorteilhaftesten ist, ein Seil nicht bis aufs äußerste auszunutzen, sondern nach bestimmter Leistung, bzw. in bestimmten Zeiträumen, also etwa alle $1\frac{1}{2}$ oder 2 Jahre, durch ein neues zu ersetzen.

Um die Stöße beim Anheben unschädlich zu machen, hat man die Seilscheiben auf Federn gebracht, sowie zwischen Seil und Fördergefäß, oder unter dem Bügel des Förderkorbes, Seilfederbüchsen eingeschaltet. Ein derartiger Apparat auf Grube König in Saarbrücken²⁾ besteht

1) Ržiha, Tunnelbaukunst. 1867. S. 974.

2) Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 89.

in einem starken Blechcylinder, durch dessen beide Böden Kolbenstangen gehen, deren eine mit dem Seile, die andere mit dem Korbe in Verbindung steht. Die Kolben beider Stangen berühren sich im Zustande der Ruhe, haben aber über, bzw. unter sich Gummischeiben, welche beim Anheben zusammengepreßt werden.

Eine ähnliche Vorrichtung ist diejenige von Knowles & Söhne bei Manchester ¹⁾, während eine von Felten und Guillaume konstruierte Federbüchse ²⁾ keinen Gummi, sondern zwei Pufferfedern enthält.

§ 89. Verbindung der Seile mit dem Fördergefäße. — Die Verbindung des Seiles mit dem Fördergefäße, bzw. mit der Zwieselkette, muß derart sein, daß sie fest ist und das Seil nicht beschädigt.

Bei dünnen Haspelseilen genügt eine eiserne Einlage *a* mit Hohlkehle (Fig. 421), in welcher das oberste Kettenglied hängt und um welche das Seilende geschlungen wird. Dasselbe befestigt man oberhalb der Schleife durch Umwickeln mit Draht oder durch Anlegen von Schraubenzwingen.

Für runde Förderseile hat man mehrere Verbindungen ³⁾:

1. Die Einlage ist eine birnförmige, massive Scheibe mit einem Loche zur Aufnahme des obersten Gliedes der Zwieselkette.

2. Über das untere Seilende wird eine konische Büchse gezogen, das erstere, nachdem es gut gereinigt wurde, besenartig aufgedreht und der Raum mit Zink vergossen ⁴⁾. Die Büchse hat am unteren Ende einen Bügel.

3. Man biegt die Drähte um den unteren Rand der Büchse nach außen und treibt einen Konus ein.

Bei Bandseilen biegt man das untere Ende am besten über einen Ring und befestigt dasselbe durch angeschraubte Zwingen.

Fig. 421. Verbindung des Haspelseiles mit dem Kibel.



§ 90. Verbindung gerissener Seile. ⁵⁾ — Bei wichtigen Förderungen wird ein gerissenes Seil abgeworfen und durch ein neues ersetzt. Die Verwendung eines reparierten Seiles für Schachtförderung ist nicht statthaft, ein solches wird, wie es auf westfälischen Gruben und in Saarbrücken geschieht, zu Bremsseilen verwendet, nachdem es aufgedreht, ausgeglüht und wieder zusammengeflochten war.

Für weniger wichtige Fälle, namentlich wenn Menschenförderung nicht

1) Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 10. S. 84.

2) Ebenda. S. 85.

3) Ebenda. 1859. Bd. 7. S. 77, 156; 1862. Bd. 10. S. 84.

4) Ebenda. 1870. Bd. 18. S. 44.

5) Ržiha, a. a. O. S. 387. — Feldmann und Karsten's Archiv XVIII.

in Betracht kommt, wird bei Reparatur eines Seilbruches u. a. auf folgende Weise verfahren¹⁾. Jedes Seilende wird zur Hälfte aufgedreht und von jedem Ende die eine Hälfte mit derjenigen des anderen Endes zusammengeflochten. Sodann werden die übrig bleibenden vier Enden in ihre Litzen aufgedreht, diese eine nach der anderen um das Seil gewickelt, in Zwischenräumen von 1,50 m 3 bis 4 mal durch das Seil gesteckt und die Drähte nach dem letzten Durchstecken kurz am Seile abgehauen, auch mit einem Kupferhammer fest an das Seil angeschlagen.

§ 91. Metallbänder an Stelle der Förderseile. — Um die für große Schachttiefen nötigen starken Seile, welche wieder eines entsprechend großen Seilkorbdurchmessers (nicht unter dem 50 fachen der Seilstärke) bedürfen, zu umgehen, schlägt Lucke in Zabrze Metallbänder aus Stahl vor und berechnet, daß ein solches Band von 150 mm Breite und 3 mm Dicke ein stählernes Rundseil von 35 mm Stärke ersetzen kann.

Kapitel VIII.

Fördergefäße, sowie Vorrichtungen zum Leiten, Füllen und Entleeren derselben.

a. Schachtfördergefäße.

§ 92. Kübel und Tonnen. — Kübel werden zur Haspelförderung, die größeren Tonnen zur Göpelförderung benutzt. Sie sind entweder von rundem Querschnitte und cylindrisch, oder, wenn sie gleichzeitig zum Wasserziehen benutzt werden sollen, oben und unten etwas zusammengezogen, oder sie haben einen ovalen Querschnitt und sind oben weiter als unten.

Kübel und Tonnen bestehen entweder aus Eisenblech oder aus Holz und sind im letzteren Falle eimerartig mit entsprechendem Eisenbeschlage hergestellt.

Die runden Kübel und Tonnen finden in seigeren Schächten, besonders beim Abteufen derselben Verwendung und werden dann durch Führungskreuze (Fig. 422 u. 423, S. 380) geleitet, welche sich am unteren Ende der Zimmerung aufsetzen, während die Tonne bis auf die Schachtsohle niedergeht und beim Heraufkommen das Kreuz wieder mitnimmt.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864. Nr. 24. S. 175.

²⁾ Eine große Zahl Litteraturangaben über Drahtseile, deren Konstruktion, Berechnung u. s. w. findet sich in v. Hauer a. a. O. II. S. 45. — Ausführliche Tabellen über Seilverbrauch in Pfennigen pro 100 Ztr. Förderung enthält Röhrl, Tunnelbaukunst. 1867. S. 390. Danach rechnet man im saarbrücker Revier im allgemeinen bei guten Fördereinrichtungen: a) in seigeren Schächten 4 bis 12 \mathcal{P} , b) in flachen Schächten 2½ bis 30 \mathcal{P} , c) bei maschineller Streckenförderung 1½ bis 5 \mathcal{P} . Vergl. auch Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 77 ff.

Die ovalen Kübel und Tonnen werden in tonnlägigen Schächten angewendet und finden ihre Führung entweder auf runden Stangen, welche in der Fig. 424 angedeuteten Weise angebracht sind, oder auf Pfosten (Fig. 425); im letzteren Falle haben die Tonnen an beiden Seiten hölzerne, mit Eisen beschlagene Kufen, mit denen sie auf den Pfosten gleiten.

Am oberen Rande der Kübel und Tonnen befinden sich eiserne Ösen zur Befestigung der Schurketten oder des Bügels. Am Boden größerer Tonnen ist ein Ring angebracht, in welchen über der Hängebank der Haken einer Kette eingehängt und so die Tonne festgehalten wird, während man sie vorn niedergehen läßt und dadurch entleert.

Auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz O.-S. sind die Tonnen mittelst Zapfen an Bügeln aufgehängt, zwischen denen sie sich beim Entleeren umkippen, während sich gleichzeitig eine sonst als Schachtverschluß dienende Rinne selbstthätig unter die Tonne schiebt und das Fördergut in die untergestellten Wagen gelangen läßt. Beim Aufholen der Tonne wird die Rinne durch ein Gegengewicht in ihre erste Lage gebracht ¹⁾.

Am Harz verwendet man nach alter Bezeichnung 2, 4, 6, 8 und 10 Kübeltonnen ²⁾.

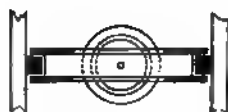


Fig. 422.

Fig. 423.
Führungskreuz für Kübel.

Fig. 424. Stangenleitung.



Fig. 425. Pfostenleitung

Die für Haspelförderung gebrauchten Kübel haben einen Inhalt von 0,15 bis 0,3 cbm.

Kübel sowohl als Tonnen verlassen das Seil nicht, dienen also nur zur Förderung im Schachte, mithin muß ein Umfüllen der Streckenfördergefäße in dieselben stattfinden, was auf Füllörtern geschieht.

§ 93. **Füllörter.** — Füllörter sind in ihrer einfachsten Gestalt die Streckensohlen am Schachte. Sollen dieselben einen größeren Vorrat aufzunehmen imstande sein, so macht man sie tiefer und führt das Tragwerk der Streckensohle darüber hinweg (Fig. 426).

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. S. 202; 1886. Bd. 34. S. 262.

²⁾ 4 Kübel = 7,5 Kubikfuß hannöversisch \approx 0,0249 cbm. — 4 Kübel Bleiglanzstuf wiegt etwa 225 kg.

Aus diesen Füllörtern geschieht das Füllen der Tonnen am Harz mittelst Kratze und Trog, nachdem der Schacht etwas unterhalb des Füllorts zugebühnt ist, so daß der Tonnenrand tief steht und die Arbeiter die Tröge nicht so hoch zu heben brauchen.

Um dieses beschwerliche Füllen der Tonnen zu erleichtern, hat man in neuerer Zeit auf den Gruben Herzog August und Johann Friedrich sowie Lautenthalsglück am Harz Füllrollen angelegt, welche nach Art der auf französischen Gruben mit Schiffsverladung angewendeten dépôts-à-tiroir mit Rundholz zugelegt sind.

Das Füllort *F* (Fig. 427 u. 428) hat hierbei eine rechteckige Form und ist an seinem unteren Ende mit den zwei Vorsprünge bildenden Werksteinen *w* versehen. Von diesen aus ist eine kleine Böschung hergestellt, welche zur Schonung der Werksteine mit trockenem Mauerwerke aus festen Bruchsteinen versehen ist. Von da sind die Wände des Füllortes seiger und stehen bei festem Gesteine ohne Mauerung, oben sind sie, wenn die Weite des Füllortes diejenige der Strecke übersteigt, etwas zusammengezogen. Auf die Werksteine wird eine Reihe Rundholz *k* gelegt und die Rolle von oben her gefüllt.

Fig. 426. Füllort.



Fig. 427.
Füllort der Gruben in Lautenthal und Bockswiese am Harz.

Fig. 428.

Bei der Förderung wird der Schacht durch die um Gelenke drehbare Thür *t* geschlossen, so daß die Tonne auf derselben herabgleitet und sich in schräger Lage aufsetzt.

Der zur Füllung der Tonne bestimmte Hund hat entweder denselben oder etwa den halben Inhalt, wie die Tonne; er wird unter die Werksteine geschoben, durch Entfernen des Rundholzes mit dem hereinrollenden Erze gefüllt und nach Öffnen der Klappe in die Tonne entleert.

Da man indes die betreffenden Arbeiter (Anschläger) immer mindestens zu zweien lassen muß, damit sie sich bei Gefahren gegenseitig helfen können, so hat man bei den Mehrkosten, welche diese Anlagen erfordern, nur dann Vorteil, wenn zwei Arbeiter nicht genügen, um mit Kratze und Trog während des Stürzens der oberen Tonne die untere zu füllen. Muß man also wegen ungenügender Maschinenkraft, bzw. großen Seilgewichtes, kleine Tonnen verwenden, so werden zwei Anschläger mit dem Füllen der Tonne um so leichter fertig, als sie während der Förderzeit eine genügende Anzahl Tröge (»Setztröge«) füllen können und dieselben nach Ankunft der Tonne nur in dieselbe auszustürzen haben.

§ 94. Rädertonnen. — Um bei tonnlägigen Schächten die gleitende Reibung in eine rollende zu verwandeln, hat man mehrfach Rädertonnen, d. h. parallelepipedische Kasten mit Rädern angewendet, welche auf Schienen am Liegenden des Schachtes laufen. Derartige Tonnen waren früher im Rheinischweiner Schachte bei Zellerfeld am Harz versuchsweise in Gebrauch, sind aber wieder abgeworfen, weil sie bei ihrem großen Gewichte die tote Last zu sehr vergrößerten, außerdem leicht aussprangen und zu häufigen Seilbrüchen Veranlassung gaben.

Jedenfalls sind Rädertonnen nur bei Schächten von sehr regelmäßigem Einfallen zu verwenden, weil man einen schiefen Seilzug in Schächten sehr schwer beseitigen kann.

In Mansfeld¹⁾ waren Rädertonnen aus kiefernen Brettern mit einem Inhalt von 0,62, bzw. 0,5 cbm auf den Schächten Erdmann und Wassermann in Gebrauch.

§ 95. Kesselförmiges Gefäls mit Klappe. — Auf dem Schachte I der Grube Maria zu Höngen bei Aachen²⁾ hat man wegen des geringen Durchmesser von 1,40 m, mit welchem der Schacht durch Schwimmsand bis in das Steinkohlengebirge abgeteuft wurde, kesselförmige Gefäße in Anwendung, welche am unteren Ende eine mit Riegeln verschlossene Klappe zum Entleeren und an zwei Seiten mit doppeltem Spurkranze versehene Führungsrollen, welche in T-Schienen greifen, besitzen.

Da der Tonnenwechsel im Steinkohlengebirge liegt, so läßt man auch nur hier die Tonnen nebeneinander laufen; über demselben ist der Schacht eintrümmig und liegen die Leitschienen dicht nebeneinander³⁾.

Auch in England giebt man den Schächten bei wasserdichtem Ausbau enge Durchmesser und verfährt entweder ähnlich, wie auf Grube Maria, oder man stellt nur auf der Wechselstelle eine Ausweitung her⁴⁾.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865. S. 263.

2) Ebenda. S. 182.

3) Ebenda. S. 183.

4) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 19 u. 20.

b. Gefäße, welche ohne Fördergestelle zur Strecken- und Schachtförderung gebraucht werden.

§ 96. **Wagen.** — In der Provinz Lüttich¹⁾, sowie auch neuerdings in Lintorf bei Düsseldorf und auf Breinigerberg²⁾, werden Wagen (berlaines oder berlinaes) angewendet (Fig. 429 und 430), welche nach Ankunft unter dem Schachte mittelst der vier Ösen *a* am Seile angeschlagen und zu Tage geschafft werden. Dieselben bestehen aus Eisenblech und haben eine bauchige Form, um alle hervorragenden Teile zu vermeiden; ihr Inhalt beträgt 5,5 bis 7 hl. Diese Wagen haben den Vorteil, daß man das Umladen und die Herstellung von Füllörtern erspart, ein Nachteil sind ihre kurze, für Streckenförderung wenig geeignete Form und ihre niedrigen Räder.

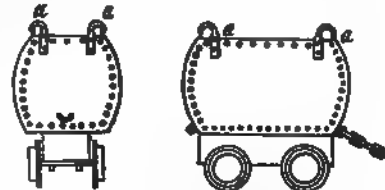


Fig. 429. Wagen zur Strecken- und Schachtförderung. Fig. 430.

§ 97. **Kasten.** — In derselben Weise werden hölzerne, auf Gestellwagen (§ 17) in den Strecken verkehrende und bis unter den Schacht gebrachte Kasten mit Eisenbeschlag verwendet. Sie werden ebenfalls mit den vier, das untere Ende des Seiles bildenden Ketten am letzteren angeschlagen. Nach dem Anheben entfernt man den Gestellwagen und schiebt ihn unter das andere Fördertrum, wo alsdann ein leerer Kasten aufgesetzt wird. Über Tage stehen ähnliche Gestellwagen bereit, welche nach dem Verschlusse des Schachtes mit Fallthüren auf diese geschoben werden, den vollen Kasten aufnehmen und fortführen, sowie den leeren Kasten ebenfalls über den Schacht bringen. Nachdem dieser am Seil angeschlagen und der Gestellwagen entfernt ist, öffnet man die Fallthüren und läßt den leeren Kasten in den Schacht hinab.

Fig. 431. Gestellwagen zum Entleeren der Kibel.

§ 98. **Andere Methoden zum Entleeren der Tonnen und Kibel.** — Beim Abteufen der Schächte benutzt man ganz in der eben beschriebenen Art häufig und zweckmäßig eine Art Gestellwagen, welche die mit einem Zapfen versehenen Tonnen aufnehmen (Fig. 434) und für diese zugleich als Wipper

¹⁾ Hartmann, Bergbaukunde. S. 564.


²⁾ Berggeist. 1867. S. 67.

dienen. Die Zapfen der Tonnen legen sich in Lagerstühle *a*, während sich die Tonne selbst in einen Korb *b* einsenkt. Dieser hat am Boden einen Bügel *c*, welcher während des Transportes durch einen Vorstecker *d* fixiert ist und von dessen Ende aus eine Kette an dem oberen Tonnenrande eingehakt wird. Auf der Berghalde wird der Vorstecker *d* herausgezogen und die Tonne mit Hilfe des als Hebel dienenden Bügels *c* nach vorne umgekippt. Die Kette verhindert das Herausfallen der Tonne aus dem Korbe.

c. Fördergestelle und deren Leitungen.

§ 99. **Fördergestelle.** ¹⁾ — Die Fördergestelle (-schalen, -gerippe, -körbe) sind zur Aufnahme der Streckenfördergefäße bestimmt. Sie haben einen oder mehrere Böden (Etagen), auf denen ein oder zwei Förderwagen neben- oder hintereinander Platz finden.

Die Förderschalen müssen bei genügender Haltbarkeit so leicht wie möglich konstruiert werden, um die tote Last für das Seil nicht unnötig zu vermehren; gewöhnlich beträgt das Gewicht der (eisernen) Förderschalen 0,4 bis 1,6, bei guter Konstruktion 0,6 bis 1,0 der Nutzlast.

Die früher gebrauchten hölzernen Förderkörbe haben größtenteils den eisernen Platz gemacht, an deren Stelle in neuerer Zeit vielfach Körbe aus Stahl²⁾ und Flußeisen angewendet werden und zwar aus Façonstahl von L-, T- und -Querschnitt. Für die zu schweißenden Stellen nimmt man Federstahl.

Bezüglich des Gewichtes und der Kosten solcher Körbe aus Stahl im Vergleich zu den bisherigen aus Schmiedeeisen mögen folgende Zahlen angeführt werden.

Grube		Aus Stahl		Aus Eisen	
		Gewicht kg	Kosten M	Gewicht kg	Kosten M
Sulzbach Friedrichs- thal	1 etagig z. Pferdeeinhängen	1100	617	1726	526
	2 - für 4 Wagen . . .	1180	534 (loco Grube)	1400	546
do.	1 - - 1 - mit Schutzblechen	423	190 (dgl.)	—	—
Heinitz	2 - - 4 Wagen . . .	1500	675 (dgl.)	2400	760
do.	1 - - 2 - . . .	660	300 (dgl.)	1267	400

ohne sog. Werkstattkosten

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 158. — Preuß. Zeitschr. 1870. Bd. 18. S. 40, 82 — Dingler's polyt. Journal. Bd. 198. S. 277. — Berggeist. Köln 1870. S. 586. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1870. S. 323.
²⁾ Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 250.

Ein anderer stählerner Förderkorb mit Fangkeilen vom Albertschachte bei Saarbrücken¹⁾ wiegt ohne Schurzketten 4183 kg und hat einschließlich der letzteren (400 kg) 4225 Mk. gekostet. Im allgemeinen sind die stählernen Körbe im Verhältnis von 4 : 7 leichter als eiserne.

In Westfalen beträgt das Gewicht der Fördergestelle durchschnittlich 2400 kg

das Gewicht eines Förderwagens	-	288 -
- - - der Nutzlast an Kohlen	-	4766 -
das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last		1 : 2,0

Zur Verminderung des Gewichtes eiserner Fördergestelle hat Edwards zu Wednesbury in Staffordshire²⁾ ein Gestell konstruiert, welches nur halb so schwer ist, als andere eiserne Fördergestelle, dabei aber ebenso fest und dauerhafter sein soll als diese, zumal das Vernieten der einzelnen Teile in Wegfall kommt.

Der Rahmen wird aus 65 mm weiten Röhren und schmiedeeisernen Winkelstücken gebildet, welche mittelst rechts- und linksgängiger Schrauben verbunden sind. Die vier senkrechten Eckröhren haben am unteren Ende einen Fuß, mit welchem das Gestell beim Aufsetzen auf dem Füllorte auf Federpuffer trifft. Die Leitung geschieht durch Seile.

§ 100. **Leitungsvorrichtungen an den Fördergestellen.** — Die an den Fördergestellen anzubringenden Leitungs-Vorrichtungen richten sich in Bezug auf ihre Form nach der Art der Leitungen. Sind die letzteren von Holz, so werden an den Gestellen entweder oben und unten eiserne Leitschuhe oder auf der ganzen Länge des Korbes Leitschienen aus L-Eisen angebracht, welche die Leitbäume auf beiden Seiten umfassen (Fig. 432). Diese Vorrichtung befindet sich u. a. an einem Förderkorbe der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken, dessen zweckmäßige Konstruktion auch in anderer Beziehung gerühmt wird³⁾.

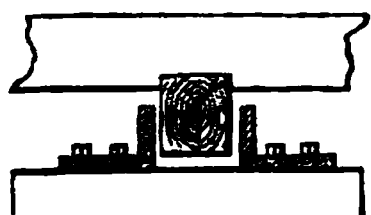


Fig. 432.
Leitbaum und Leitschiene.



Fig. 433.
Eiserne Leitungen für Fördergestelle.



Fig. 434.

Bei Drahtseilleitung sind am Korb Ösen aus Gußstahl, oder wie es auf dem Achenbachschachte bei Staßfurt mit Vorteil geschehen ist, aus Phosphorbronze⁴⁾, bei Schienenleitung andere entsprechende Vorrichtungen angebracht, welche die Köpfe der Schienen umgreifen (Fig. 433 und 434).

1) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 251. Taf. XX. Fig. 6—40.

2) Serlo, a. a. O. 1884. S. 136, aus: The Mechanics Magazine. London. Vol. 94. p. 250. — Polyt. Zentralbl. Leipzig 1871. S. 829. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1871. S. 443.

3) Serlo, a. a. O. 1881. S. 133. — Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 79.

4) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 200.

Die Leitungen werden bei Körben mit nebeneinander stehenden Wagen in der Regel an den Seitenwänden angebracht, weil sie dann ohne Unterbrechung an den Füllörtern und über Tage fortgeführt werden können. Bei hintereinander stehenden Wagen würde der Gang des Korbes sehr unruhig sein, weshalb es vorgezogen wird, die Führung an den schmalen Seiten anzubringen; dabei spart man auch gleichzeitig an Raum im Schachte, indem sich die Körbe ohne Schachtscheider dicht aneinander vorbei führen lassen.

An den Füllörtern und auf der Hängebank empfiehlt es sich, die Leitung zu unterbrechen und dafür die Gestelle an allen vier Ecken in L-Eisen zu führen, welches an dem Schachtausbau anzubringen ist. Andere Methoden¹⁾, u. a. diejenige, das beim Wechseln der Wagen im Wege befindliche Stück Leitbaum durch ein Gelenk drehbar zu machen u. s. w. sind weniger zweckmäßig.

Bei eisernen Leitungen führt man die Körbe wohl an zwei gegenüberliegenden Ecken, oder auch, wie auf dem Camboas-Schachte bei Blyth²⁾, sowie bei den neuen Saarbrücker Schächten und dem neuen Tiefbauschachte der Grube Herzog Georg Wilhelm bei Clausthal, nur auf einer und zwar der äußeren Langseite, aber an je zwei Schienen, die beiden inneren Langseiten gehen mit einem Minimum von Spielraum an einander vorbei.

§ 104. **Befestigung der Wagen in den Fördergestellen.** — Von den verschiedenen Methoden, die Wagen in den Förderkörben festzuhalten³⁾, soll hier nur eine erwähnt werden, welche besonders im Interesse einer schnellen Abfertigung der Wagen zweckmäßig erscheint und auch vorwiegend in Gebrauch ist.

Dieselbe besteht darin, daß man auf einer Innenseite des Gestelles eine an beiden Enden umgebogene Rundeisenstange anbringt, welche sich in zwei Lagern dreht. Stehen die umgebogenen Enden horizontal, so halten sie den Wagen fest, soll dieser gewechselt werden, so dreht man die Haken aufwärts. Damit dieselben nicht über diese beiden äußersten Stellungen kommen können, sind an der Längsstange Knaggen mit zwei Flächen befestigt, deren eine sich bei aufrechter, die andere bei horizontaler Stellung der Haken gegen die Korbwandung legt.

Der Hauptvorteil dieser und ähnlicher Gestellverschlüsse ist darin zu suchen, daß man von einer Seite aus und mit einem Griffe beide Seiten des Gestelles öffnen kann, was abwechselnd durch die Abzieher der vollen und die Aufschieber der leeren Wagen, überhaupt immer durch diejenigen Arbeiter zu besorgen ist, welche bei Abfertigung des Gestelles diesem zunächst stehen. Besonders bei hintereinander stehenden Wagen ist eine derartige Einrichtung vorteilhaft, weil die leeren Wagen sofort nach Ankunft

1) v. Hauer, a. a. O. II. S. 172.

2) Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22. S. 152.

3) Preuß. Ztschr. 1856. Bd. 3. S. 46; 1855. Bd. 2. S. 382; 1861. Bd. 9. S. 187. Röhrl, a. a. O. S. 444.

des Gestelles auf der Hängebank (bezw. des vollen auf dem Füllorte) auf die im Gestelle stehenden geschoben werden können.

§ 102. **Selbstthätige Auswechselung der Wagen auf den Förderschalen** ¹⁾. — Um bei der Auswechselung der Wagen auf den Förderschalen an Zeit zu gewinnen und an Arbeitskräften zu sparen, hat man Vorrichtungen angebracht, um diese Arbeit selbstthätig geschehen zu lassen. Hoffmeister in Dux (Böhmen) hebt zu dem Zwecke das Schienengeleise mit Hilfe eines Hebels und mittelst Knaggen, welche unter dem Geleise an einer Achse angebracht sind.

Auf der Grube Cymmer Colliery in Wales ²⁾ stößt die Förderschale, während sie auf die Aufsetzvorrichtung niedergelassen wird, auf einen Hebel, welcher durch weitere Umsetzung das Einlaßventil eines kleinen Dampfcylinders öffnet, dessen Kolbenstange die Förderschale an einer Seite etwas emporhebt, so daß deren Boden in geneigte Stellung kommt, und die zwei (hier hintereinander stehenden) Wagen herausrollen läßt. Die Ersatzwagen müssen bei beiden Einrichtungen durch die Förderer nachgeschoben werden.

Bei einem auf der Grube Clifton in Wales angewendeten Apparate von Fischer ³⁾ (patentiert 1858) setzt sich die Schale in geneigter Stellung auf, öffnet aber gleichzeitig den Eintritt des Dampfes in einen Cylinder, welcher auch die Bühne mit den Ersatzwagen hebt und so bewirkt, daß volle und leere Wagen sich gleichzeitig in Bewegung setzen.

Eine andere Einrichtung mit festen, geneigten Bahnen und hydraulischen Senk- bezw. Aufzugsvorrichtungen ist auf Boldon-Colliery in Wales in Gebrauch ⁴⁾.

§ 103. **Verschluss der Gestelle oben und an den Seiten.** — Werden die Gestelle zu Menschenförderung angewendet, so müssen die Seitenwände entweder durch Blech, oder wie mehrfach bei neueren Gestellen, durch Drahtgeflecht, welches mit Mennige angestrichen oder aus verzinktem Drahte hergestellt ist, verschlossen sein. Das Drahtgeflecht ist leichter, als Eisenblech, und gestattet eine Kontrolle des Schachtes beim Fahren.

Um die auf dem Korbe stehenden Arbeiter vor Beschädigung durch hereinfliegende Gegenstände, sowie die Kohlen vor Nässe zu schützen, soll oben am Gestelle ein aus zwei schrägen Teilen bestehendes und für das Einhängen von langen Hölzern zum Aufklappen eingerichtetes Blechdach angebracht sein.

§ 104. **Verbindung der Gestelle mit dem Seile.** — Die gewöhnlichste ältere Verbindung des Korbes mit dem Seile ist diejenige mittelst vier Schurzketten, welche sich am unteren Ende des Seiles in einem Ringe vereinigen und an den Ecken des Korbes befestigt sind.

In Westfalen ist bei neueren Konstruktionen das Gestell in der Mitte

1) Österr. Zeitschr. 1886. S. 160.

2) Bulletin de la société de l'ind. min. 1884. Bd. 13. S. 743.

3) Österr. Zeitschr. 1886. S. 767.

4) Ebenda. S. 802.

an einer starken, runden, eisernen Stange, der sogen. Königsstange, aufgehängt, welche sich beim Aufsetzen durch das Kopfstück des Gestelles hindurchschiebt, also die Bildung von Hängeseil verhütet und sich in einem am Seile angebrachten Wirbel drehen kann.

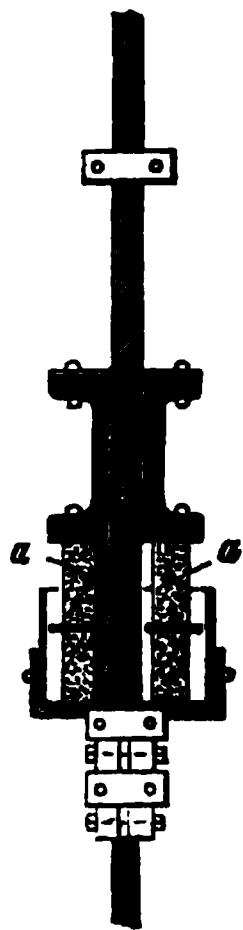


Fig. 435. Seilbefestigung auf den Skalley-Schächten.

Auf den Skalley-Schächten der Grube Dudweiler-Jägersfreude bei Saarbrücken¹⁾ ist das Seilende durch den Bügel des Korbes hindurch in eine mit Gummischeiben *a a* (Fig. 435) ausgefüllte, cylindrische, schmiedeeiserne Muffe geführt und unterhalb derselben durch vier Klemmschrauben befestigt. Eine weitere Klemmschraube befindet sich 400 mm über dem Korbe, so daß das Seil um dieselbe Länge beim Aufsetzen sinken kann. Die Gummischeiben dienen als Seilfederbüchsen (§ 90), also zur Abschwächung der Stöße beim Anheben.

§ 105. **Hölzerne Leitungen.** — Die hölzernen Leitungen heißen Spurlatten oder Leitbäume, auch Leitsparren. Dieselben bestehen aus Tannen- oder Eichenholz und sind 10—15 cm im Quadrat, auch wohl rechteckig von 10 und 15 bis 20 und 24 cm Querschnitt.

Die Befestigung der Leitbäume geschieht an dem Ausbau des Schachtes. Bei Zimmerung wendet man Schrauben mit versenkten Köpfen, oder, wenn man nicht an die Rückseite des Einstriches u. s. w. kommen kann, Holzschrauben an, deren Köpfe Einkerbungen zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels haben und abgerundet sind. Zweckmäßig sind in solchem Falle Nägel²⁾, auf welche an Stelle des Kopfes nach dem Aufstecken der durchbohrten Leitungsbäume Schraubenmuttern aufgesetzt werden. Diese Befestigungsweise hat den Vorteil, daß man die Leitbäume leicht auswechseln kann.



Fig. 436. Verbindung hölzerner Leitbäume.

Damit dieselben sich nicht seitlich verschieben können, macht man den Zusammenstoß wie in Fig. 436.

Havrez³⁾ macht den letzteren stumpf, legt ihn zwischen die Einstriche und deckt den Wechsel durch hintergelegte und mit den Leitbäumen verschraubte Hölzer, welche zwischen den oberen und unteren Einstrich passen und so den Leitbäumen eine weitere Stütze bieten.

Auch auf Karsten-Centrum-Grube bei Beuthen stoßen die Leitbäume

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 259 mit Zeichnung.

2) Nach Jicinsky im Jahrb. der k. k. Bergakademien 1872. Bd. 20. S. 178.

3) Revue universelle. 1873. t. 33. p. 92.

stumpf zusammen und sind durch drei schmiedeeiserne Platten, welche mittelst Schrauben ein L-Eisen bilden, verbunden. Die Leitbäume können sich nicht verschieben, auch lassen sich beschädigte Stücke durch Lösen der Schrauben leicht auswechseln¹⁾.

§ 106. Leitungen aus Eisenschienen. — Die eisernen Leitungen sind dauerhafter und nicht teurer, als eichene, lassen sich aber nur für wenige der bis jetzt bekannten Fangvorrichtungen verwenden. An Holzausbau oder hölzerne Einstriche werden I- und T-Schienen direkt durch Haken-nägel oder, wie auf Mariagrube bei Aachen²⁾, in Stühlchen befestigt, welche an der Zimmerung angebracht sind.

In gemauerten Schächten kann man die eisernen Schienen an Klötzen oder Ringen von Holz und eisernen Haltern *h* (Fig. 437 und 438) befestigen, welche in die Mauern eingelassen sind. Die mittleren Schienen werden an

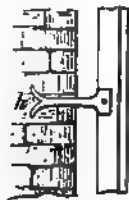


Fig. 437 (Aufriß).



Fig. 438 (Grundriß).

Eiserne Leitungen in gemauerten Schächten.



Fig. 439.

Einstrichen befestigt und zwischen diesen noch durch Platten *d* (Fig. 439) und Schrauben verbunden.

In Schächten mit Eisenausbau (VI. Abschn., § 52) werden die Leitungen *l* (Fig. 440 und 441) an den zwischen den Ringen liegenden Einstrichen *e* mit Hilfe der Winkel *w* und der Legeisen *i* befestigt.

In dem rund ausgemauerten Schachte II der Zeche Shamrock bei Herne in Westfalen³⁾ dienen als Spurlatten L-Eisen, welche, wie hölzerne Leitbäume, von Leitschuh umfaßt und mit den Einstrichen durch Laschen und Schrauben verbunden werden.



Fig. 440 (Aufriß).

Eiserne Leitungen in Schächten mit Eisenausbau

Fig. 441 (Grundriß).

§ 107. Leitungen aus Drahtseilen⁴⁾. — Dieselben sind die zweck-

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 33. S. 332.

²⁾ Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1865. (Nr. 22. S. 183.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 249.

⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 421. — Bull. de la soc. de l'ind. min. 1869. Vol. 45. p. 234.

mäßigsten in eiserner Cuvelage und in Bohrschächten, weil sich in ihnen andere Leitungen schwer befestigen lassen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß Drahtseilleitungen sehr rasch und billig einzubringen sind. Das laufende Meter Seilleitung kostet 9 Mk., Holzleitung dagegen 17 Mk. Außerdem braucht man für das Einbauen der ersteren 2 bis 2½ Tage gegen 6 bis 7 Tage für Holzleitung. Die dazu verwendeten Drahtseile müssen aus dickem Draht hergestellt sein, damit sie dem Rosten widerstehen. Die Abnutzung durch Reibung ist nur dann eine einigermaßen bedeutende, wenn sandiges Wasser in die Führungsringe kommt. Beschädigungen durch Bruch kommen, abgesehen von besonderen Unfällen, z. B. Klemmungen beim Reißen des Förderseils, nur am unteren Ende vor; man giebt deshalb bei der oberen Befestigung Reserve-seil und braucht dann bei Reparaturen das Seil nur nachzuziehen.

Die aus 2 bis 6,5 mm starkem Drahte hergestellten Seile von 20 bis 45 mm Durchmesser werden am unteren Ende durch einen fest verbühnten Holzrahmen geführt, sowie unter demselben mit Scheibengewichten belastet und gespannt. Diese betragen auf Königsgrube in Oberschlesien¹⁾ für jedes Seil 1,25 t, auf den Freieslebensschächten bei Hettstädt und auf dem Achenbachschachte bei Staßfurt 2,5 t, im allgemeinen 1 bis 4 t.

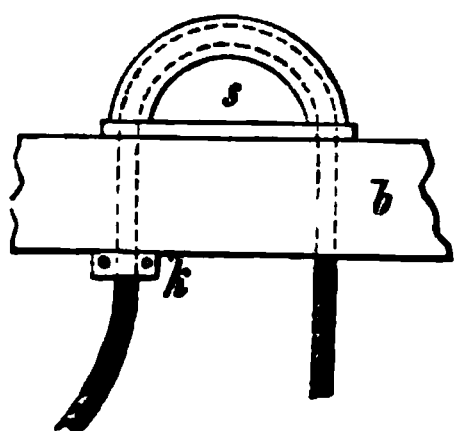


Fig. 442.

Befestigung eines Leitseiles über Tage.

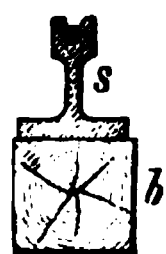


Fig. 443.

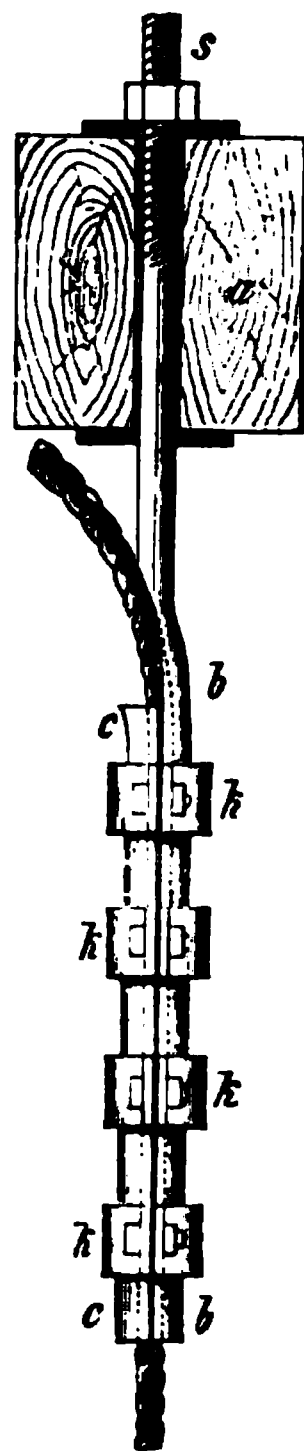


Fig. 444.

Über der Hängebank werden die Seile derart befestigt, daß man sie über halbrunde, auf Balken *b* (Fig. 442 und 443) verlagerte, mit Seilnut versehene Scheiben *s* legt und das Ende des Seiles unter dem Balken mit einer Klemmschraube *k* befestigt.

Hat sich das Seil gelängt, so wird nach Anlegen einer Winde die Klemmschraube gelöst und das Seil nachgezogen.

Für starke Seile aus dickem Drahte eignet sich besser eine von Broja

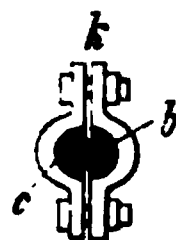


Fig. 445.

Befestigung eines Leitseiles nach Broja.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 23. S. 108.

auf der Königin Luise-Grube bei Zabrze angewendete Vorrichtung, bei welcher die halbrunde Scheibe in Wegfall kommt. Nach Art der Senkschrauben (VII. Abschn., §§ 99 und 100) geht durch ein Lager *a* (Fig. 444 und 445) die Schraubenspindel *s*, welche oben durch eine Mutter gehalten wird und nach unten eine ausgekehlte Backe *b* bildet. Nachdem das Seil in dieselbe eingelegt ist, wird eine zweite Backe *c* gleichfalls mit Hohlkehle versehen, darauf gelegt und nun das Seil zwischen beiden mit den Klemmschrauben *k* befestigt ¹⁾.

Da die Seile bei ihrer bedeutenden Länge immer etwas schwanken²⁾, so müssen die Wagen auf den Förderkörben besonders sicher befestigt werden; auch ist es aus diesem Grunde zweckmäßig, für jeden Korb vier, mindestens aber drei Seile anzuwenden (Fig. 448, 449 und 450).

Die Führung der Seile geschieht durch Büchsen (vergl. S. 385), welche am oberen und unteren Rahmen des Fördergestelles angebracht sind, jedoch so, daß sie an den einander zugekehrten Seiten nebeneinander stehen, um eine Berührung beim Begegnen der Fördergestelle zu vermeiden.

Eine zweckmäßige Form der Büchsen ist die auf der Zeche Monkwearmouth bei Sunderland angewendete und in Fig. 446 und 447 dargestellte. Die Büchsen sind zweiteilig, so daß das Seil leicht von dem Korb gelöst werden kann, und haben oben eine Ausweitung zur Aufnahme von Schmiere. Einfache Tüllen waren auf Zeche Erin bei Castrop³⁾ in Rotguß hergestellt.

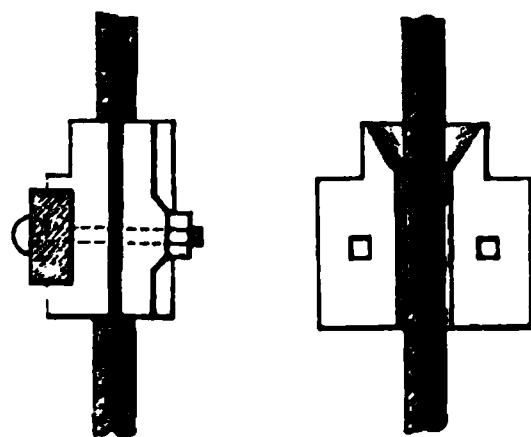


Fig. 446.

Fig. 447.

Büchse für Seilleitungen.

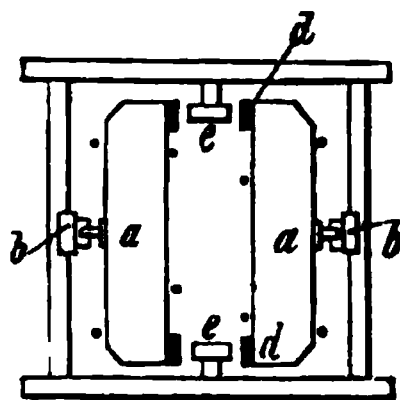


Fig. 448.

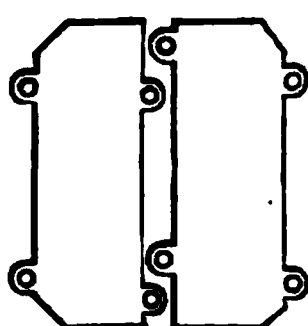


Fig. 449.

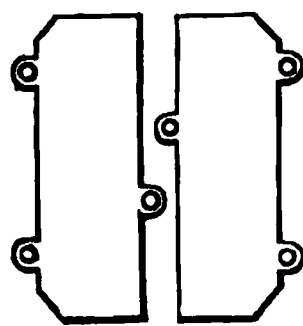


Fig. 450.

Fördergestelle mit Seilleitung.

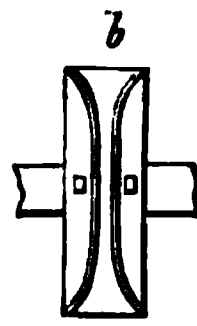


Fig. 451.



Fig. 452.

Neuerdings hat man in England die Einrichtung getroffen, daß zwischen den beiden Förderkörben nur zwei Kabel frei herabhängen, ohne von Führungsklauen umfaßt zu werden ⁴⁾.

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 131.

²⁾ Auf den Freieslebenschächten bei Hettstädt beträgt die Schwankung 3 cm bei 127 m Tiefe.

³⁾ Berggeist. 1869. S. 216. — Österr. Zeitschr. 1869. S. 247.

⁴⁾ Ch. Demanet, a. a. O. S. 548, Anmerkung von C. Leybold.

Um den schwankenden Korb auf der Hängebank den Abzugsschienen gegenüber sicher aufsetzen zu können, sind an den Körben eiserne Zapfen *a* angebracht (Fig. 448), welche unter der Hängebank in den sich nach oben und unten erweiternden Schuh *b* (Fig. 451 und 452) einlaufen. Außerdem befinden sich an der Hängebank zwischen beiden Körben die Leitklötzchen *c*, gegen welche die an den ersteren angebrachten Schienen *d* stoßen. Danach führt sich der Korb auf der Hängebank sowohl, als auch auf der Anschlagsohle, wo dieselbe Einrichtung getroffen ist, zwischen drei festen Punkten.

Um den Korb ohne heftige Stöße an Mittelsohlen vorbeibringen zu können, müssen die Einlaufschienen des Schuhs *b* sehr schlank zulaufen und möglichst weit auseinander gehen.

Der Raum zwischen den Körben muß um so größer genommen werden, je geringer die Anzahl der Leitseile und je tiefer der Schacht ist. Bei 3 bis 4 Leitseilen genügt für 100 bis 300 m Schachttiefe ein Abstand von 25 bis 42 cm¹⁾.

Auch in dem 700 m tiefen seigeren Königin-Marien-Schachte bei Clausthal hat man die Fördertonnen, welche bisher ohne Führung waren und deshalb nur eine Fördergeschwindigkeit von etwa 1 m hatten, mit Drahtseilleitungen versehen, wodurch man sofort die Förderleistung um 65% erhöhte.

Kapitel IX.

Aufsetzen der Förderkörbe.

§ 108. **Allgemeines.** — Um bei der Förderung mit Gestellen die Wagen ohne Aufenthalt leicht wechseln zu können, muß der Boden der Gestelle mit demjenigen der Hängebank und des Anschlageortes in eine Ebene gebracht werden. Da ein freies Halten im Schachte, wie es vielfach in England üblich ist, sehr geübte Maschinenwärter voraussetzt, so hat man Vorrichtungen angebracht, auf welche sich die Gestelle aufsetzen können. Die Vorrichtungen werden auf der Hängebank meistens so eingerichtet, daß sie den Schacht selbstthätig verschließen, aber durch das heraufkommende Gestell zur Seite geschoben werden. Soll das Gestell wieder in den Schacht hinabgehen, so muß es zunächst etwas angehoben werden, worauf die Aufsatzvorrichtungen (Schachtfallen, Caps) mit einem Hebel zurückgezogen werden.

Bei der Förderung von verschiedenen Sohlen muß man die auf den letzteren befindlichen Caps so einrichten, daß sie sowohl ein- als auch ausgerückt werden. Immer aber müssen die Caps durch einen Hebelruck auf beiden Seiten des Schachtes bedient werden können, auch hat man weiter

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 478.

danach zu sehen, daß der Hebelarm des sich aufsetzenden Gewichtes möglichst klein ausfällt.

§ 409. **Aufsatzvorrichtungen mit drehbaren Stützen.** — Eine der besseren hierher gehörigen Konstruktionen ist die durch Fig. 453 dargestellte. In der gezeichneten Stellung ist der Schacht geschlossen und der Korb *K* steht auf den Stützen *s*, von denen je zwei auf jeder Seite des Schachtes angebracht sind. Bewegt man den Hebel *H* in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung, so drehen sich beide Stützen mit Hilfe der Zugstange in die punktierte Stellung und der Schacht ist für den hinabgehenden Korb frei.

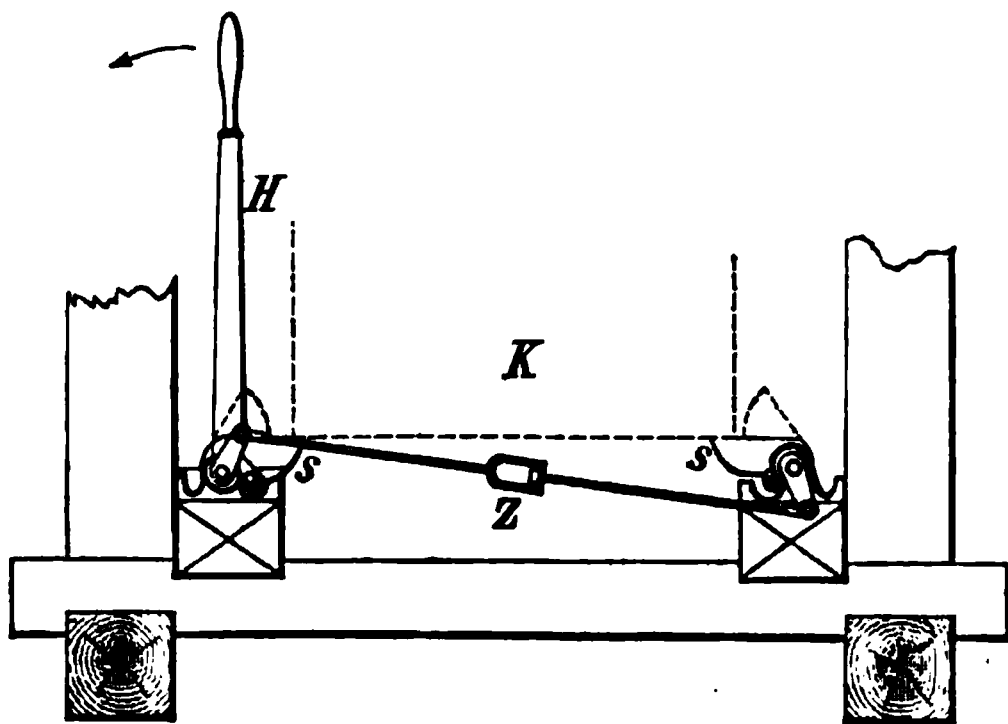


Fig. 453. Aufsatzvorrichtung.

Andere Aufsatzvorrichtungen dieser Art ¹⁾ sind weniger zweck-

mäßig, besonders wenn die Last lediglich von der Drehungsachse der Stützen aufgenommen, oder diese gar auf Abdrehen in Anspruch genommen wird.

§ 410. **Vorrichtungen zum Aufhängen der Förderkörbe** ²⁾ sind zuerst von Evrard in St. Étienne, sodann auf Hohenlohegrube und Königsgrube in Oberschlesien, sowie auf Zeche Hannover in Westfalen u. s. w. angewendet. Bei ihnen sind die Stützen in Schlitten angebracht, welche sich in den Leitbäumen befinden, und halten den Korb am oberen Ende schwebend. Dabei wird der Korb weniger gestaucht, als bei dem gewöhnlichen Aufsetzen.

§ 411. **Riegel.** — Auf der Königsgrube in Oberschlesien waren Riegel in Gebrauch, welche in einem eisernen Kasten eingeschlossen sind und mit Hebeln vor- und zurückgeschoben werden. Man will dabei geringere Abnutzung, als bei den vorher angewendeten Caps bemerkt haben, was aber vielleicht an deren unzweckmäßiger Konstruktion gelegen hat. Jedenfalls kann bei Unvorsichtigkeit der Arbeiter leicht ein Unterfassen des Gestelles stattfinden, und stehen deshalb sowohl diese Einrichtung als noch mehrere ³⁾ andere den in den §§ 409 und 410 beschriebenen nach.

§ 412. **Hydraulische Schachtfallen von Frantz.** — Den eben erwähnten Vorrichtungen haftet der große Übelstand an, daß man das Fördergestell, bevor

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22. S. 152; 1856. Bd. 3. S. 45. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1867. S. 361.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 447.

³⁾ Ebenda. 1859. Bd. 7. S. 184.

es in den Schacht zurückgelangen kann, erst von den Caps abheben muß; damit ist aber Zeitverlust und die Bildung von Hängeseil am unteren Gestelle verbunden, welches bei den bisherigen Aufsatzvorrichtungen rasch und deshalb mit einem heftigen Stoße weggeholt zu werden pflegt. In diesem Umstande dürfte aber in erster Linie der Grund für die Erscheinung zu suchen sein, daß die Förderseile am unteren Ende so schnell brüchig werden und deshalb, um größeren Schaden zu vermeiden, öfter abgehauen werden müssen.

Die hydraulischen Caps dagegen weichen nach beendeter Abfertigung des Gestelles durch eine einfache Hebelbewegung von selbst zurück und gestatten dem Gestelle ein sofortiges Niedersinken, so daß die Maschine stets mit straffem Seile anhebt.

Die Wichtigkeit dieses Umstandes ergibt sich besonders bei Anwendung von Fördergestellen mit 2 Böden à 2 Wagen.

Rechnet man für:

1 Fördergestell	2000 kg
1 leeren Wagen	250 -
1 Füllung	500 -

und nimmt außerdem volle Seilausgleichung durch Hinterseil an, so ergibt sich folgendes:

Nachdem auf der Hängebank die zwei vollen Wagen des unteren Bodens gegen leere und auf der Anschlagsohle die zwei leeren Wagen des oberen Bodens gegen zwei volle ausgetauscht sind, muß man bei gewöhnlichen Caps das obere Gestell anheben, um es sodann zur Abfertigung des oberen Bodens einhängen zu können. Dabei beträgt das zu hebende Gewicht:

Förderschale	2000 kg
2 volle Wagen	1500 -
2 leere Wagen	500 -
Summa	4000 kg.

Bei hydraulischen Caps fällt das Anheben fort, das obere Fördergestell sinkt nieder und gleicht damit das Gewicht des unteren Gestelles mit Inhalt, welches gleichfalls 4000 kg beträgt, vollkommen aus, so daß die Maschine nur die Reibungswiderstände zu überwinden hat.

Befinden sich nun nach vollständiger Abfertigung im unteren Gestelle vier volle und im oberen vier leere Wagen, so beträgt das größte, von der Maschine zu hebende Gewicht $5000 - 3000 \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$, also nur die Hälfte desjenigen beim Anheben des Gestelles von gewöhnlichen Caps, mithin könnte auch die Stärke der Maschine um 50% kleiner genommen werden, wenn man nicht auf den Fall Bedacht nehmen müßte, daß die hydraulischen Caps bisweilen den Dienst versagen.

Die hydraulischen Caps, wie dieselben nach dem Patente Frantz (D.R.P. No. 16971) auf dem Mellinschachte I, auf den Kreuzgrabenschächten der Grube Sulzbach, Altenwald, und neuerdings auch auf den Schächten

Dechen und Camphausen bei Saarbrücken¹⁾ eingebaut sind (Taf. VI, Fig. 1—5), bestehen im wesentlichen für jedes Fördertrumm aus vier mit Stopfbüchsen und Plunger versehenen Plungerröhren *e* (Fig. 3), welche durch schmiedeeiserne Röhren *f* (Fig. 1 u. 2) miteinander verbunden sind.

Jeder Plunger ist mit einem Doppelhebel *g* (Fig. 2, 4, 5) versehen, welcher seinen Drehpunkt *k* im Plunger selbst hat. Das eine Ende des Doppelhebels greift unter die fest verlagerte Achse *i*, während das auf dem Plunger ruhende Ende als Stützpunkt für den Boden *B* des Gestelles dient. Die Aufwärtsbewegung der Plunger und der Doppelhebel wird durch den mit Wasser gefüllten Akkumulator *K* besorgt (Fig. 4 und 3).

Das heraufkommende Fördergestell dreht das vordere Ende des Hebels *g* leicht nach oben (Fig. 5), letzterer fällt dann sofort vermöge seines Übergewichtes wieder in die horizontale Stellung (Fig. 3) zurück, das Gestell setzt sich auf und wird vom Wasser getragen, weil die Verbindung des Akkumulators mit dem Plungerrohre durch den Hahn *l* (Fig. 2) abgesperrt ist.

Soll das Gestell niedergehen, so wird der Hahn *l* mit dem Hebel *m* (Fig. 4 u. 2) geöffnet, worauf das Gewicht des Gestelles den Plunger niederdrückt, bezw. das Wasser im Plungerrohre in den Akkumulator zurückdrängt, bis der Hebel *g* die in Fig. 4 angedeutete Stellung einnimmt.

Ist der Boden des Fördergestelles am Hebel vorbei, so bringt der Akkumulator die Plunger mit den Hebeln *g* wieder in die höchste Stellung und der Hahn *l* wird geschlossen.

Zum Füllen des Apparates und um das verloren gegangene Wasser wieder ersetzen zu können, ist am oberen Ende des Akkumulator-Plungers ein Rohr mit Absperrhahn angebracht. Damit ferner beim Füllen die Luft entweichen kann, befinden sich an den Plungerröhren *e* Schrauben mit rechtwinklig zu einander stehender Bohrung.

Fig. 454. Hydraulische Caps auf Schacht Camphausen I.

Die hydraulischen Caps von Frantz lassen sich übrigens nur auf der Hängebank, nicht auf den Füllörtern der verschiedenen Abbausohlen an-

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 247.

bringen, weil sie den Schacht für das niedergehende Fördergestell selbstthätig verschließen.

Die hydraulischen Caps auf Camphausen I¹⁾ haben wegen des soliden eisernen Schachtausbaues eine etwas andere Einrichtung bekommen. Die vier Plunger-Caps *p* (Fig. 454, S. 395) stehen schräg und haben oben ein um einen Bolzen drehbares Ende *c*. Dasselbe kann, wenn der hydraulische Apparat nicht funktionieren sollte, mit Hilfe des Hebels *h* und der Zugstange *z* ebenso, wie gewöhnliche Caps, aus- und eingerückt werden.

Eine weitere Abweichung von der Frantz'schen Konstruktion ist die, daß kein Akkumulator, sondern ein Windkessel (*W* in Fig. 454) benutzt wird. Derselbe wurde anfangs bis etwas unter der Mitte mit Wasser, in dem übrigen Raume aber mit Luft von 2 Atm. Überdruck gefüllt, welche denselben Zweck hat, wie das Gewicht des Akkumulators, beim Hubwechsel aber durch ihre Elastizität vorteilhafter wirkt. Seit Ende Oktober 1883 wird statt des Wassers Vaselineöl zum Füllen benutzt, welches erst bei -26° gefriert. Es wurden seither täglich 1200 bis 1300 Wagen Kohlen und Berge gefördert, ohne daß es irgend einmal nötig gewesen wäre, die Vorrichtung zum Handbetriebe anzuwenden. Die Belastung der Caps beträgt: Fördergestell 2200 kg, dazu 6 Wagen 1800 kg mit 3000 kg Kohlenlast, also zusammen 7000 kg. Der Druck auf die Plunger, welchen diese Last in der Ruhe ausübt, beträgt ca. 40 kg auf 1 qcm.

§ 113. **Hydraulische Schachtfallen von Rosenkranz** sind der Fabrik von Gildemeister & Kamp in Dortmund²⁾ patentiert (D. R. P. No. 9913 und 17533) und auf dem Massener Tiefbau sowie auf Zeche Westfalia in Westfalen angewendet.

Hierbei sind aufrecht stehende Caps auf der Anschlagsohle angebracht und ruhen ebenfalls auf Plungerkolben, welche ihr Druckwasser von irgend einem höher stehenden Wasserkasten bekommen. Sobald das obere Gestell sich auf gewöhnliche Caps an der Hängebank aufgesetzt hat, das untere also frei hängt, werden die hydraulischen Caps durch Öffnen eines Hahnes in der Druckwasserleitung unter den Boden des unteren Gestelles gedrückt. Nach erfolgtem Wagenwechsel sperrt man durch anderweite Drehung des Hahnes das Druckwasser ab, wobei gleichzeitig das gebrauchte Wasser abfließt und das Gestell sich senkt. Letzteres hängt sich allmählich ins Seil und hebt vermöge seines Übergewichtes das obere Gestell von den gewöhnlichen Caps ab, worauf die Förderung mit gespannten Seilen beginnen kann. Dabei ist zu bemerken, daß ein Übergewicht des unteren Gestelles nur dann vorkommen kann, wenn man Gestelle mit 1 Boden anwendet, bei solchen mit 2 Böden nur in dem Falle, wenn keine vollständige Seilausgleichung stattfindet, weil dann nur das im Schachte hängende Förderseil das Übergewicht liefert.

Da die Caps beim Gange der Förderung zurückgelegt sind, so kann die

1, Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 289.

2) Ebenda. 1882. Bd. 30. S. 247.

Vorrichtung von Gildemeister & Kamp auch auf Zwischensohlen angewendet werden, sonst aber dürften die zuerst beschriebenen hydraulischen Caps empfehlenswerter sein, zumal sie die Anwendung von Unterseil gestatten, bezw. verlangen.

Die auf der Grube Gouley bei Aachen an der Hängebank angebrachten hydraulischen Caps, Patent Bauman¹⁾, sind so eingerichtet, daß der aufgehende Korb selbstthätig die Absperrvorrichtung eines Hydraulic-Cylinders öffnet, infolge dessen die Caps sich in den Schacht drehen, nach oben steigen und den Förderkorb bis auf die Höhe der Hängebank heben. Der Maschinenwärter veranlaßt durch einen Hebelzug das Sinken der Caps.

Auf den Erntschächten bei Eisleben sind hydraulische Caps zum Aufhängen der Fördergestelle angebracht, welche jedoch häufigen Störungen ausgesetzt sind.

Diese Schachtfallen haben neben ihren großen Vorzügen auch einen bedenklichen Nachteil. Bei Unachtsamkeit des Signalgebers kann es vorkommen, daß über dem, auf den Schachtfallen ruhenden Förderkorbe Hängeseil entsteht. Bei vorzeitigem Öffnen der Schachtfalle erfolgt dann ein nahezu freies Fallen des Korbes, welches einen Bruch des Förderseiles veranlassen kann.

Um diesem vorzubeugen, wurde auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken an den hydraulischen Schachtfallen von Frantz ein Sicherheitsapparat²⁾ angebracht, welcher bewirkt, daß das Signalgeben zum Niederlassen der Förderschale nicht eher erfolgen kann, als bis durch Öffnen des Verbindungsventiles mit dem Akkumulator die Möglichkeit des Sinkens der Förderschale gegeben ist.

§ 114. **Schachtfalle von Ochwald.** — Auf mehreren Schächten der Grube von der Heydt bei Saarbrücken ist seit mehreren Jahren die dem dortigen Werkmeister Ochwald patentierte Schachtfalle (D. R. P. No. 20 008) in Gebrauch. Die ursprüngliche Einrichtung³⁾ ist durch Anbringen eines Knie-Stützhebelerkes an Stelle der früheren einfachen Hebel wesentlich verbessert⁴⁾. Das segmentförmige Stück *s* (Fig. 455) stemmt sich, sobald sich der Korb auf die Daumen *d* setzt, gegen den Hebel *h*. Damit dieser nicht abspringt, ist er oben durch den Kniehebel *KK'* gehalten, welcher durch das einseitige Übergewicht des als Handhebel dienenden Kniestückes *K* stets nach oben

Fig. 455.
Schachtfalle von Ochwald.

1) Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 32. S. 292.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. Taf. XI. Fig. 7—11.

3) Ebenda. Fig. 12—14.

4) Ebenda. 1886. Bd. 34. S. 257.

durchgedrückt ist und sich mit einer Nase n des zweiten Kniestückes K' so gegen eine feste Wand stemmt, daß eine gewisse Mittellage nicht überschritten werden kann. Soll der Förderkorb aufwärts gehen, so braucht der Anschläger nur das erste Kniestück K am Handgriff aufzuheben. Sobald das Knie gestreckt ist, bringt das Korbgewicht den Hebel h zum Abspringen. Während des Korbdurchganges bleibt der Hebel h infolge der Segmentform des Stückes s in der Ausrücklage und wird, sobald die Falle sich wieder gehoben hat, durch die Feder f in die Anfangsstellung zurückgetrieben. Durch diese Anordnung wird zunächst erreicht, daß der Hebel h niemals durch den Stoß des aufsetzenden Korbes abspringen kann, und ferner, daß das Ausrücken selbst bei den schwersten Körben nur eine sehr geringe Kraft erfordert.

Damit jedoch nach dem Abspringen des Hebels h der Korb seiner Unterstützung nicht zu plötzlich beraubt wird, ist ein Katarakt angebracht, welcher die Drehung der Welle w verlangsamt und nach dem Passieren des Korbes die Falle schließt.

Der Katarakt besteht aus dem, durch Kette und Kettenscheibe r mit der Welle w verbundenen Cylinder c , welcher über einen feststehenden Kolben gleitet. Die beiden fast ganz mit Flüssigkeit gefüllten Räume über und unter dem Kolben stehen mittelst eines in der Cylinderwand befindlichen Kanals in Verbindung, der durch den Hahn a beliebig verengt werden kann. Der Widerstand im Cylinder wird so geregelt, daß sich der Korb nur allmählich ins Seil hängen kann. Hat er die Falle verlassen, so dreht der Katarakt die Welle w wieder in die frühere Lage zurück und stemmt sich alsdann das Segmentstück s wiederum gegen den Hebel h .

§ 115. **Schachtfalle mit Kniehebel von Stauss.** Taf. VII, Fig. 6 bis 11 (D. R. P. No. 24 583 nebst Zusatzpatent No. 28 904)¹⁾. — Die Schachtfalle von Stauss verfolgt denselben Zweck, wie die vorgenannten und ist wegen ihrer Einfachheit und Billigkeit auf einer Anzahl größerer Gruben in Ober-, Nieder- und Österreichisch-Schlesien mit bestem Erfolge eingeführt worden. Die Fig. 6, 7, 8 und 10 zeigen die gesamte Anordnung und zwar auf Holzfedern (nach C. Hoppe, Berlin), die Fig. 9 und 11 die Einzelheiten. Der Lagerbock A trägt die Ausrückwelle L mit dem festangeschlossenen Handhebel H und Hebel K , die Welle D mit den fest auf ihr sitzenden Hängeeisen E und dem darin befestigten Zapfen B . Auf dem letzteren sitzt drehbar der einarmige Aufsatzknaggen C , welcher außerdem auf der schrägen Fläche X des Lagerbockes A beweglich ruht; ferner sitzt auf B das Gelenkstück F , welches mittelst des Bolzens J mit dem Hebel K ein Kniegelenk bildet.

In Fig. 8 ruht der Korb y auf dem Knaggen C . Ein Zurückschieben desselben ist nicht möglich, so lange der auf den Block M sich stützende Hebel K durch das Gewicht des Handhebels H in seiner horizontalen und

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 234. — Ztschr. deutsch. Ingenieure. 1885. Nr. 40.

somit das Kniegelenk LJB in gestreckter Stellung erhalten wird. Das Festhalten in vertikaler Richtung geschieht durch die Hängeeisen E , welche auf die in A gelagerten Wellen D drücken.

Wird jedoch der Hebel in die bei Fig. 8 angedeutete punktierte Lage gebracht, d. h. um $\frac{1}{4}$ Kreis gedreht, so gelangt J nach i und B nach b , wodurch die Aufsatzknaggen C unter dem Förderkorbe weggezogen und gleichzeitig gesenkt werden, so daß der Korb frei in die Tiefe gehen kann, siehe Fig. 40.

Nachdem der Korb wieder zur Hängebank gelangt ist, wird der Hebel H in seine erste Stellung zurückgelegt, die Knaggen treten dadurch hervor und der Korb kann wieder aufsetzen. Sollten die Knaggen vorzeitig vorgeschoben werden, so kann sie der heraufkommende Förderkorb zurückklappen, weil sie um den Zapfen B drehbar sind, worauf sie durch ihr eigenes Gewicht zurückfallen.

Die Reibung, welche beim Ausrücken zwischen den Flächen x, y und in den Gelenken auftritt, wird am Handhebel leicht überwunden, da die Last des Förderkorbes selbst die hauptsächlichste Arbeit verrichtet. Um ein Ausrücken der Schachtfalle bei 5000 kg Belastung zu erzielen, ist am Handhebel H nur eine Kraft von weit unter 20 kg aufzuwenden. Um das Seil stets so weit gespannt zu erhalten, daß der Korb nach dem Ausrücken nicht fallen kann, wird mittelst einer von Freudenberg¹⁾ in Lipine O.-S. konstruierten Spannvorrichtung das Seilkürzen schnell und leicht bewirkt, kommt indes fast nur in den ersten Tagen bei neu aufgelegten Seilen vor.

§ 416. **Sonstige Schachtfallen.** — Bei der Schachtfalle von Nicolaus Sartorius und Wilhelm Holzer, Grube Dechen bei Saarbrücken (D. R. P. No. 33 483), zieht man mittelst der Zug tange h , siehe Fig. 456, die

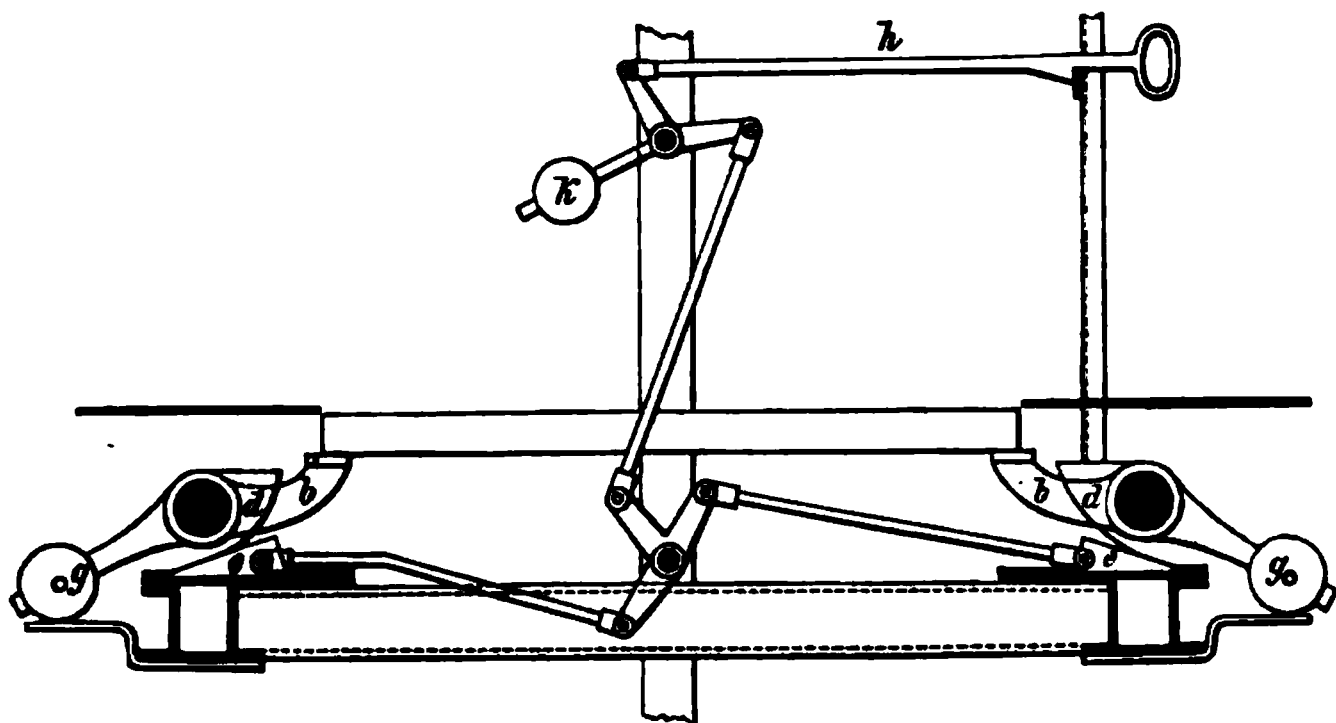


Fig. 456. Schachtfalle von Sartorius und Holzer.

Keile e unten den Knaggen d fort, worauf das auf den Nasen b ruhende Fördergestelle sich senken kann. Die Gegengewichte $g g k$ bringen die Nasen,

1) Zeitschr. deutsch. Ingen. 1885. S. 487. — B.- u. H. Ztg. 1886. S. 274.

nachdem sie das Fördergestelle verlassen hat, wieder in die gezeichnete Stellung zurück ¹⁾).

Hängestützen für denselben Zweck von J. W. Schüler konstruiert (D. R. P. No. 34 343) sind auf der Grube Heinitz bei Neunkirchen in Anwendung ²⁾).

Auf der Zeche Graf Beust in Westfalen sind Kniegelenkstützen von Gebr. Westmeier in St. Johann-Saarbrücken (D. R. P. No. 37 994) eingebaut ³⁾. Dieselben eignen sich auch für seigere Bremsschächte und sind so eingerichtet, daß durch Entfernung des Schachtverschlusses der Förder- oder Bremskorb gestützt und durch Wegziehen der Stützen gleichzeitig auch der Schachtverschluß hergestellt wird.

Kapitel X.

Sonstige Einrichtungen bei der Gestelleförderung.

§ 117. **Die Abschwächung des Stoßes beim Aufsetzen des unteren Gestelles** ist im Interesse der Schonung für Gestelle sowohl, als für Räder und Achsen der Förderwagen wünschenswert. Bei dem im § 99 erwähnten, aus Röhren angefertigten Gestelle von Edwards treffen die Füße zu diesem Zwecke auf Puffer. Außerdem bedient man sich hölzerner Balken, welche gleichfalls durch Stahlfedern oder Gummipuffer gestützt sind ⁴⁾. Sterne ⁵⁾ läßt die Schale auf hohle, unten offene Cylinder treffen, welche in feste Cylinder tauchen und in diesen auf abwechselnden Lagen von Blech- und Kautschukringen ruhen, so daß diese sowohl, als die eingeschlossene Luft als Polster dienen.

Hoppe (Berlin) ⁶⁾ hat in dem einen, seinen Namen führenden, Schachte der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien eine aus elastischem Schwellwerke sehr zweckmäßig konstruierte, aber etwas komplizierte Unterlage für das Aufstoßen der Fördergestelle hergestellt.

§ 118. **Verhütung des Überwindens über die Seilscheibe.** — Bei Unaufmerksamkeit des Maschinenwärters, oder einem Fehler im Steuermechanismus der Maschine, kann es vorkommen, daß das Gestell bis an die Seil-

1) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 259. Taf. XVI. Fig. 3—7.

2) Ebenda. S. 258. Taf. XV. Fig. 10—14.

3) Glückauf. Essen 1886. Nr. 6.

4) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1857. S. 30. — Polyt. Zentralbl. 1868. S. 1369.

5) Mining Journal 1868. S. 696. — v. Hauer, a. a. O. II. S. 237.

6) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1870. Bd. 14. S. 620. — Preuß. Ztschr. 1874. Bd. 19. S. 67. — Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 191.

scheiben gelangt, womit ein Reißen des Seiles und ein Zurückfallen des Gestelles auf die geschlossenen Caps, gewöhnlich auch in den Schacht hinein, verbunden zu sein pflegt. Das sicherste Mittel dagegen ist die Anwendung von selbstthätigen Bremsen an der Fördermaschine, welche sofort und sicher in Thätigkeit treten, sobald das Gestell über eine gewisse Höhe hinaus gekommen ist.

Außerdem hat man auch sogen. Seilauslöser zwischen Seil und Schurzkette eingeschaltet. Von den verschiedenen Konstruktionen¹⁾ sei hier nur diejenige von Ormerod²⁾ beschrieben. Dieselbe besteht aus drei Scheiben, von denen *c* zwischen *a* und *b* liegt (Fig. 457) und mit ihnen einen gemeinschaftlichen Drehbolzen *d* hat. Unter demselben sind die drei Scheiben durch einen Kupferstift *e* verbunden.

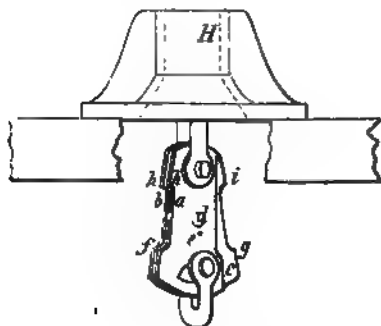


Fig. 457.

Seilauslöser von Ormerod.

Fig. 458.

Gelangt der Seilauslöser bis in einen über der Hängebank gut verlagerten und befestigten eisernen Hut *H* (Fig. 458), so setzen sich die Kanten *f* und *g* gegen entsprechende Abschrägungen im Innern des Hutes, die mit einer scharfen Kante versehene Platte *c* schert den Kupferstift ab, wird dabei am unteren Ende zwischen die beiden anderen Platten geschoben, tritt aber gleichzeitig am oberen Ende aus denselben heraus, so daß sich die Haken *h* und *i* auf den oberen Rand des Hutes legen und so ein Zurückfallen des Korbes verhüten.

Während der Kupferstift abgeschert wird, decken sich die am oberen Ende der Platte angebrachten Schlitz *k* und das Seil wird frei.

Da man befürchtet, daß dieser Vorgang schon bei der Förderung, etwa durch herabfallende schwere Gegenstände, stattfinden könnte, so werden dergleichen Seilauslöser nicht häufig angewendet und sucht man denselben

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 383 (Walker). — Ebenda. 1877. Bd. 25. S. 162.

²⁾ Dingler's polyt. Journ. Bd. 189. S. 30; Bd. 220. S. 209. — The Mechanics Magazine. April 1868. S. 293. — Mining Journ. London. Vol. 45. p. 433. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 303.

Zweck auf einfachere Weise dadurch zu erreichen, daß man oberhalb der Hängebank die Leitbäume etwas konvergieren läßt. Um gleichzeitig das Zurückfallen des Korbes bei etwaigem Reißen des Seiles zu verhüten, werden in angemessener Höhe über der Hängebank Caps angebracht, welche nach dem Passieren des Korbes den Schacht selbstthätig schließen.

§ 119. **Schachtverschluß.** — Zur Vermeidung von Unfällen ist es nötig, den Schacht während des Ganges der Gestelle zu verschließen, entweder durch Gitter, welche mit der Hand in die Höhe geschoben und demnächst wieder herabgezogen werden, oder durch Thüren, welche sich um Angeln drehen, durch Barrieren, welche man zur Seite schiebt u. s. w.

In neuerer Zeit verwendet man in zweckmäßiger Weise mehr die selbstthätigen Verschlüsse, u. a. möglichst leicht gebaute eiserne Gitter, welche sich an Drahtseilen oder an Stangen von Rundeisen führen, von den Gestellen beim Aufgange gehoben und beim Niedergange wieder herabgelassen werden.

Auf Gruben in Süd-Wales hat man horizontale Gitter, welche die Schachtöffnung bedecken.

Um den Stoß zu vermeiden, welchen die Gitter beim Unterfassen des Gestelles zu erleiden haben, hat man auf Camphausenschacht I der Grube Dudweiler-Jägersfreude einen einfachen und zweckmäßigen Schachtverschluß angewendet¹⁾. Derselbe besteht für jede Seite eines Fördertrummes aus einem als Schlagbaum wirkenden Gitter. Beide sind um eine gemeinschaftliche Achse drehbar und durch je ein 90 kg schweres Gegengewicht nahezu ausgeglichen, so daß die Gitter noch etwas Übergewicht behalten. An derselben Achse sitzt ein Hebel, welcher in den Schacht hineinragt, an seinem Ende eine Rolle trägt und vom aufgehenden Korb so weit gedreht wird, bis die Gitter senkrecht stehen. Die Rolle gleitet dabei an Seitenschienen des Korbes, bei dessen Niedergange das Gitter zufällt.

Ein recht zweckmäßiger Schachtverschluß ist dem Ingenieur Pöck in Karbitz (Böhmen) patentiert²⁾. Derselbe wird von der Seilkorbwelle aus mit etwas Voreilung bewegt, so daß das Anheben ohne jeglichen Stoß erfolgt. Ein mit einem Ende auf der Seilkorbwelle befestigtes Seil ist mit dem andern Ende mehrfach um eine, im Fördergerüste verlagerte Welle geschlungen. bildet, wenn der zugehörige Förderkorb auf dem Füllorte steht, zwischen beiden Wellen eine Schleife und trägt in derselben eine lose, in einer Führung laufende Rolle. Wird der Förderkorb emporgezogen, so wird das Seil auf der Seilkorbwelle aufgewickelt und hebt dabei die lose, mit einem Gewichte versehene Rolle, bis dieselbe an eine Arretierung gelangt. In diesem Augenblicke, wo gleichzeitig der Förderkorb nahe unter der Hängebank angekommen ist, zieht sich das Seil unter der Rolle hinweg, bringt die Welle im Fördergerüste in Umdrehung und hebt damit den Schachtverschluß, weil

1) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 252.

2) Glückauf. Essen 1886. Nr. 58. — Österr. Zeitschr. 1886. S. 303.

auf derselben Welle ein mit letzterem verbundenes Seil auf einer Seilscheibe befestigt ist. Sobald sich der Schachtverschluß beim Niedergange wiederum aufsetzt, bekommt die Rolle das Übergewicht und zieht das sich abwickelnde Seil in eine Schlinge. Bei Förderung aus verschiedenen Sohlen können die Seile nicht unmittelbar auf die Seilkorbwelle aufgelegt werden. Es wird dann notwendig, die Welle zu verstärken, was für das eine Seil durch eine feste Verschalung geschehen kann; für das zweite, neben dem verstellbaren Seilkorbe befindliche, wird eine hülsenförmige lose Trommel angebracht und mit dem verstellbaren Seilkorbe verbunden. Durch Dehnung des Förderseiles entstandenes Hängeseil ist ohne wesentlichen Einfluß auf das richtige Funktionieren der Verschlußvorrichtung. Der neue Schachtverschluß ist auf böhmischen Gruben, wie der Erfinder mitteilt, mit Erfolg eingeführt worden.

Auf den Steinkohlenzechen Hibernia und Germania in Westfalen ist der dem Betriebsführer Dreikaus in Gelsenkirchen patentierte (D. R. P. 20 014) Sicherheitsverschluß für seigere und tonnlägige Schächte¹⁾ eingeführt worden und hat sich wegen seiner Einfachheit und großen Sicherheit sowohl bei seigeren Schächten, wie auch bei Bremsbergen als durchaus empfehlenswert erwiesen. Derselbe stellt einen Verschluß dar, welcher mit geeigneten Arretierungsvorrichtungen und in den Schacht hineingebauten Hindernissen (Bügel) so verbunden ist, daß einerseits der die Förderung bedienende Arbeiter stets gezwungen wird, den Schacht u. s. w. zu verschließen, bevor die Förderschale oder der Bremsbock den Anschlag verläßt, andererseits bei zwei neben einander liegenden Trümmern nie der falsche Verschluß geöffnet werden kann.

Andere selbstthätige Verschlüsse sind auf den Gruben Reden²⁾ und Altenwald³⁾ (Kreuzgrabenschacht), sowie auch bei einem Kohlenaufzuge der Grube Gerhardt Prinz Wilhelm⁴⁾ bei Saarbrücken, außerdem auf dem Emser Blei- und Silberwerke (D. R. P. 24 856), in Holzappel⁵⁾, auf Hibernia in Westfalen⁶⁾, ferner auf dem Kupfererzbergwerke Gute Hoffnung bei Werlau (Bergrevier Koblenz II)⁷⁾ und auf dem Spes-Schachte der Friedrichsgrube zu Tarnowitz (Oberschlesien)⁸⁾ angebracht.

An den Füllörtern verwendet man horizontal verschiebbare Stangen, deren Länge etwas größer ist, als die Breite eines Fördertrummes.

§ 120. **Wetterdichte Schachtverschlüsse.** — An dieser Stelle ist noch des luftdichten, zuerst in Belgien, später auf Zeche Westfalia bei Dort-

1) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 234. Taf. XXVI. Fig. 1—8.

2) Ebenda. 1880. Bd. 28. S. 254.

3) Ebenda. 1884. Bd. 29. S. 258.

4) Ebenda. S. 259.

5) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 288.

6) Ebenda. 1885. Bd. 32. S. 234.

7) Ebenda. 1882. Bd. 30. S. 248.

8) Ebenda. S. 249.

mund bei einem ausziehenden, gleichzeitig zur Förderung dienenden Wetter-schachte (VIII. Abschn., §§ 87 u. 109) angewendeten Briart'schen Schacht-verschlusses zu gedenken.

Derselbe besteht aus einem die Hängebank abschließenden doppelten Bohlendeckel¹⁾. Die Mitte desselben bildet ein hölzerner, mit einem Eisenbleche versehener Schieber mit Stopfbüchse, durch welche das Seil hindurchgeht. Da sich der Schieber zwischen den beiden Bohlenlagen nach allen Richtungen frei bewegen, somit also auch den Schwankungen des Förderseils folgen kann, so ist die Reibung in der Stopfbüchse auf ein Minimum reduziert. Zur besseren Abdichtung ist der Rand des Deckels an der unteren Aufschlagfläche mit Filzstreifen versehen.

Das Anheben und Niedersinken der beiden Deckel geschieht in jedem Fördertrumme selbstthätig und zwar auf folgende Weise:

Am Schachtgerüste sind für jedes Fördertrumm oberhalb der Hängebank zwei eiserne Achsen angebracht, deren jede an beiden Enden eine Seiltrommel trägt. Die auf denselben aufgewickelten Seile gehen oben über je eine Rolle, theilen sich unten in zwei Enden und sind an den Ecken der Schachtdeckel befestigt. Auf der Mitte jeder Achse sitzt eine Scheibe mit spiralförmiger Nut, deren Seile hinter den Leitbäumen einige Meter tief in den Schacht hinab, dort unter einer festen Rolle hinweg wiederum aufwärts gehen und am Ende mit einem Knaggen versehen sind, welcher sich in einem Schlitze des Leitbaumes führt, aber so weit vorsteht, daß er von dem Leitschuhe des heraufkommenden Gestelles gefaßt werden kann. Beim tiefsten Stande der beiden gegenüberstehenden Knaggen sind die zugehörigen Seile auf dem kleinsten Umgange der Spiralnute aufgewickelt, so daß das unterfassende Gestell im ersten Augenblicke den geringsten Widerstand findet und das Anheben des Schachtdeckels ohne Stoß bewerkstelligt. Beim weiteren Aufgehen des Korbes werden die Seile mehr und mehr abgewickelt, wobei der Durchmesser der spiralförmigen Seilnute stetig wächst, bis die letzten Umgänge vom cylindrischen Teile der Seiltrommel abgewickelt werden. Die der letzteren damit ertheilte Drehung wirkt auf die, auf derselben Achse sitzenden, zuerst genannten Seiltrommeln, welche die an den Schachtdeckeln befestigten Seile tragen, so daß die letzteren aufgewickelt werden und den Deckel heben.

Um zu verhüten, daß der Deckel bei dem durch sein eigenes Gewicht erfolgenden Niedergange mit zu großer Heftigkeit aufschlägt, muß derselbe an zwei gegenüber liegenden Seiten je eine schwere, an den Enden noch mit Gußstücken belastete Kette emporziehen, welche auf der Hängebank liegt.

Ähnliche Schachtdeckel sind auch auf Maybachschacht I angebracht²⁾. Dieselben bestehen aus einer mit Winkleisen bordierten und ver-

1) Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 386. Taf. VIII. Fig. 44, 45.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 303.

strebten Eisenplatte mit einer kreisrunden Öffnung in der Mitte, welche durch einen hölzernen Schieber überdeckt ist. Zwei drehbar in den Schieber eingesetzte hölzerne Dichtungsbacken haben eine längliche Scharte, durch welche das Gußstahlbandseil hindurch geführt ist. Das Abheben des Schiebers von dem Blechdeckel wird sowohl von dem Eigengewichte des Schiebers, als auch durch den äußeren Luftdruck verhindert.

Statt durch bewegliche Deckel kann man den Schacht auch durch ein, als Schleuse wirkendes Gebäude abschließen. Das Aus- und Einschieben der Wagen erfolgt dann durch einen mit Thüren versehenen Gang ¹⁾. Eine solche Einrichtung ist a. u. auf der Steinkohlengrube Neue Cons. Friedenshoffnung bei Hermsdorf in Nieder-Schlesien getroffen ²⁾.

§ 121. **Abfertigen der Fördergestelle.** — Bei der Steinkohlenförderung kommt es gewöhnlich auf das schnelle Wechseln der Wagen, bezw. das schnelle Abfertigen der Fördergestelle an. Jeder durch zweckmäßige Einrichtungen ermöglichte Zeitgewinn ist um so wichtiger, je öfter sich derselbe wiederholt.

Schon weiter oben (§ 101) wurde erwähnt, daß eine passende Befestigung der Wagen in dieser Hinsicht wichtig sei, noch mehr aber läßt sich das Auswechseln beschleunigen, wenn die auf der Schale befindlichen Wagen auf der einen Seite herausgezogen und gleichzeitig die anderen auf der entgegengesetzten Seite aufgeschoben werden.

Um dies »Durchschieben« erreichen zu können, muß schon bei Einteilung des Schachtes in Trümmer (S. 223) darauf Rücksicht genommen werden, daß das Pumpentrumm richtig gelegt wird, weil sonst über Tage das Gestänge, der Balancier oder die Maschine selbst, und auf dem Füllorte die Pumpenteile das Durchschieben der Wagen verhindern würden. Wetter- und Fahrtrummen kommen dabei weniger in Betracht, das letztere deshalb nicht, weil man die oberste Fahrt leicht verlegen und die unterste steil stellen kann.

Ferner sorgt man bei den neueren Anlagen dafür, daß der Schacht sowohl an der Hängebank, als auch auf der Anschlagsohle ringsum freisteht, was sich auf dieser durch solide Mauerung am besten erreichen läßt. Auf der Hängebank werden die vollen Wagen immer nach derselben Seite abgezogen, während die entleerten auf die entgegengesetzte Seite geschafft werden. Auf den Anschlagsohlen kommen die vollen Wagen in der Regel von beiden Seiten, während die abgezogenen leeren in entsprechender Zahl nach beiden Zufuhrstrecken geschafft werden müssen. Bei einem ringsum frei stehenden Schachte läßt sich dies am bequemsten bewerkstelligen, anderenfalls muß man den Rückweg für die leeren Wagen unter Tage durch Umbrüche herzustellen suchen.

Als Beispiel eines frei stehenden Füllortes ist dasjenige im Maybach-

1) Ch. Demanet, a. a. O. S. 429.

2) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 136.

schachte II bei Saarbrücken zu erwähnen. Dasselbe hat im Grundrisse die Form einer Ellipse von 12 m, bzw. 8 m Achse, und ist von der Sohle bis auf eine Höhe von 2,75 m mit einer 0,77 m starken Backsteinmauer ausgekleidet. Auf dieser Mauer sitzt ein kuppelförmiger Eisenausbau, welcher in einer Höhe von 5 m, von der Streckensohle ab gerechnet, sich an den eisernen Ringausbau des Schachtes anschließt. Die Kuppel ist unten, der Form des Füllortes entsprechend, elliptisch, oben dagegen rund; dieselbe wird gebildet aus einem unteren, kräftigen, elliptischen Ringe von ungleichschenkligen Winkelleisen (110 zu 216 mm Schenkellänge bei 14 mm Schenkeldicke) und zwei oberen runden, gewöhnlichen, miteinander verschraubten Schachtringen, welche durch kräftige Sparren aus Γ -Eisen und eingekieteten Anschlußwinkeln miteinander verbunden sind¹⁾.

Damit man die Wagen in unmittelbarer Nähe des Schachtes nach allen Richtungen hin frei bewegen kann, ist es zweckmäßig, Hängebank und Füllörter mit gußeisernen Platten zu belegen, deren Oberfläche mit, den Kanten parallel laufenden, Rippen versehen ist, weil die Arbeiter auf glatten Platten zu leicht ausgleiten.

Auch die Form der Gestelle kommt, wenn auch weniger wesentlich, für das schnelle Auswechseln in Betracht, insofern nämlich, als Gestelle mit zwei nebeneinander stehenden Wagen schneller abgefertigt werden können, als solche mit hintereinander stehenden Wagen.

§ 122. Förderung mit mehrbödigen Gestellen. — Eine weitere Vermehrung der Förderleistung eines Schachtes hat man durch Körbe mit mehreren Böden (Etagen) zu erreichen gesucht, deren jeder einen oder zwei Wagen trägt. Am häufigsten sind Gestelle mit zwei Böden und je zwei Wagen. In engen Schächten hat man solche von 3 bis 4, selten 6 Böden mit je einem Wagen.

Das Auswechseln der Wagen geschieht oben und unten entweder an einer oder an mehreren Stellen. Im ersteren Falle wird gewöhnlich zuerst auf der Hängebank der unterste, auf der Anschlagsohle der oberste Boden entleert, sodann folgen an der Hängebank die oberen, an der Anschlagsohle die unteren Böden.

Will man aber die Zeit noch mehr abkürzen, so geschieht das Auswechseln auf allen, bei vier Böden aber mindestens auf zweien derselben gleichzeitig.

Bei zweietagigen Schalen vollzieht sich der Vorgang in folgender Weise:

Sobald der untere Boden des Korbes *K* (Fig. 459) auf der Hängebank *A* angekommen ist, korrespondiert der obere Boden mit einer entsprechenden Hängebank *B* und es werden gleichzeitig die Wagen beider Böden abgezogen. Da nun aber die vollen Wagen alle auf der Hängebank *A* zusammenkommen müssen, um zu den Stürzvorrichtungen geschafft zu werden, so hat

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 239. Taf. IX. Fig. 7—9.

man neben dem Schachte eine einfache Bremse *C* angelegt, welche beim Herablassen der vollen Wagen auch gleichzeitig die leeren nach oben schafft.

Auf dem Füllorte *F* muß dieselbe Einrichtung getroffen sein. Die dort ankommenden vollen Wagen werden teils direkt auf den oberen Boden geschoben, teils mittelst einer Bremse um eine Bodenhöhe herabgelassen — wobei gleichzeitig der leere Wagen heraufkommt — und sodann dem unteren Boden zugeführt.

Da die Bremsen ziemlich viel Arbeitskräfte erfordern, so findet man auf vielen Gruben, daß die für das gleichzeitige Abziehen vorhandenen Einrichtungen nur ausnahmsweise benutzt werden. Auf dem Füllorte kann man übrigens die Bremse dadurch ersparen, daß man das Füllort auf einer Seite des Schachtes um eine Bodenhöhe tiefer legt, indem man der einen Hauptförderstrecke von irgend einem Punkte aus entsprechendes Fallen giebt oder von derselben aus mit einer Umbruchstrecke zu dem tiefer liegenden Füllorte hinabgeht.

Bringt man auch bei dieser Einrichtung auf jeder Seite des Schachtes eine Bremse an, so kann man vier Böden mit einem Male bedienen¹⁾, falls die Sohlen der Füllörter um zwei Bodenhöhen differieren (Fig. 460).

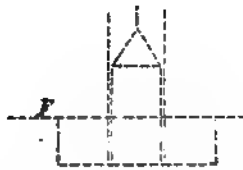


Fig. 459.
Förderung mit Etagenkörben und Bremse.

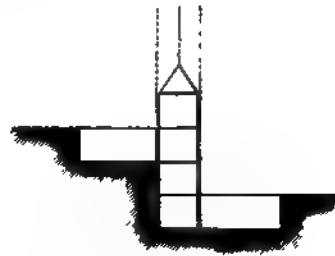


Fig. 460.
Förderung mit Etagenkörben.

Weniger zweckmäßig und zeitraubender, als dieses u. a. auf Zeche Prosper in Westfalen eingeführte Verfahren, ist das auf der Grube St. Louis zu Anzin angewendete²⁾, dicht vor dem Schachte bewegliche Bühnen mit Gegengewicht anzubringen, von welchen aus erst die Böden 2 und 4, sodann nach dem Heben der Bühne von der oberen und unteren Füllortsohle aus die Böden 1 und 3 abgefertigt werden.

¹⁾ Ann. d. mines. 1856. 5. Reihe. Bd. 10. S. 286. — Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 484; 1875. Bd. 23. S. 410.

²⁾ Bull. de la soc. de l'ind. min. 1859. Vol. 4. p. 427.

Anstatt mit Gegengewicht kann man die beweglichen Bühnen auch als hydraulische Aufzüge konstruieren.

In Westfalen beträgt nach Nonne:

die mittlere Fördergeschwindigkeit	6,5 m in 1 Sek.
die größte - - - - -	15,0 - - 1 -
die mittlere Dauer eines Treibens	48 Sekunden,
die mittlere Zeit für das An- und Abschlagen	34 -
die gesamte Zeit für einen Tag durchschnittlich	82 -

§ 123. **Kontrolevorrichtungen.** — Um die Anzahl der von jedem Arbeitspunkte geförderten, in dasselbe Gedinge gehörenden Wagen zu kontrollieren, wendet man in Westfalen vielfach das Verfahren an, die Arbeitsnummer, welche eine Kameradschaft führt, mit Kreide an die Wagen zu schreiben. Ein in der Nähe des Schachtes postierter Beamter schreibt die Nummern auf, welche vor dem Einlassen des entleerten Wagens wieder ausgelöscht werden.

Eine andere sehr verbreitete Methode ist die, daß Holzpflocke, auf denen die Arbeitsnummer eingeschnitten ist, oben auf die Kohlen gelegt, bzw. gesteckt werden. Einer der Abzieher nimmt die Pflöcke ab und legt sie in das mit derselben Nummer versehene Fach eines Regals. Am Ende der Schicht werden die Pflöcke jeder Nummer gezählt, vom Produktaufseher in das Förderregister eingetragen und an eine Tafel geschrieben, damit die ausführenden Arbeiter sich überzeugen können, daß die angeschriebene Wagenzahl mit der von ihnen gelieferten übereinstimmt.

Da es hierbei jedoch vorkommt, daß unredliche Arbeiter die aufgesteckte Nummer mit ihrer eigenen vertauschen, so hat man die Einrichtung getroffen, daß numerierte Blechmarken an zweimal gekrümmten Haken vor dem Füllen der Wagen an einer Innenwand derselben angebracht und nach dem Stürzen ebenso sortiert werden, wie die Pflöcke.

Gewöhnlich wird die Anzahl der abgefertigten Schalen gleichfalls kontrolliert und zwar mit Hilfe eines Steckbrettes.

Ein patentierter Kontrollapparat für die geförderten Wagen¹⁾ hat wenig oder gar keine Anwendung gefunden.

§ 124. **Signale.** — Außer dem Zurufen mit und ohne Sprachrohr (Asphaltröhren auf Königsgrube) für geringe Tiefen hat man meistens Signalhämmer oder Signalglocken, welche durch Seile bewegt werden.

Will man von jedem beliebigen Punkte im Schachte aus signalisieren, wie es bei Tonnenförderung und auch bei Anwendung von Fahrkünsten wünschenswert ist, so wendet man Hanfseile an, die man beim Anziehen einigemale um den Arm schlingen kann. Haltbarer und im allgemeinen vorzuziehen sind dünne Seile von schwachem, verzinktem Drahte.

Recht zweckmäßig sind auch Stangensignale, wie sie bei der ma-

¹⁾ Berggeist. 1869. S. 119. — Serlo, a. a. O. 1884 II. S. 204.

schinellen Streckenförderung angewendet werden, weil bei ihnen keine Störung vorkommen kann. Auf der Grube Dudweiler kann man das Anschlagen des Hammers bei 200 m Tiefe auf der Hängebank deutlich vernehmen¹⁾.

Pfeifen-²⁾ und Luftdrucksignale³⁾ haben wenig Anwendung gefunden. Telephone sind auf den drei Förderschächten des Kölner Bergwerksvereins eingebaut und zwar auf Annaschacht ein Mikrophon-Telephon mit elektrischer Klingel als Anruf, auf den Schächten Karl und Emscher durch Siemens'sche Telephone mit Ruftrompete. Auch auf den Eisenerzbergwerken Hohegrethe im Reviere Wissen und Gilberg im Reviere Siegen II wurden Telephone bei der Schachtförderung eingeführt.

Dagegen sind in neuerer Zeit die elektrischen Signale mehr und mehr in Aufnahme gekommen, indem man jedoch weniger die mancherlei Störungen ausgesetzten Batterien⁴⁾, sondern Induktionsapparate von Ulrich⁵⁾, sowie von Siemens & Halske⁶⁾ anwendet.

Durch die Drehung einer Kurbel um einen Halbkreis, abwechselnd nach rechts und nach links, schlägt durch den Polwechsel ein Hammer mit schrillumem Tone gegen die eine oder andere Glocke. Die Leitungsdrähte sind durch Kautschukumhüllung isoliert.

Die wichtige Frage, mit Hilfe elektrischer Leitung vom Förderkorbe aus Signale geben zu können, ist durch mehrere Einrichtungen ihrer Lösung näher geführt.

Der kaiserliche Telegrapheninspektor Friedr. Schack in Nippes bei Köln verwendet das Förderseil selbst zur Leitung des Stromes und schaltet zwischen diesem und dem Korbe einen Induktionsapparat ein. Der in dem letzteren befindliche senkrecht stehende Kern kann durch eine Stange auf- und niedergeschoben und dadurch abwechselnd ein positiver und negativer Strom erzeugt werden, welcher im Maschinengebäude je eine Glocke läuten läßt. Seilscheiben und Korb müssen isoliert sein.

Eine andere Vorrichtung ist von Dr. A. Oliviero in Salzbrunn und Maschinenmeister Ad. Ebeling in Hermsdorf konstruiert. Hierbei wird eine im Maschinenhause aufgestellte elektrische Batterie in Anwendung gebracht. Neben dem einen Leitbaume befindet sich in jedem Fördertrümme ein bei nassen Schächten an Isolatoren befestigter, 20 mm breiter und 2 bis 3 mm dicker Kupferstreifen *C* (Fig. 461 u. 462, S. 410), während die Rückleitung durch das Förderseil erreicht ist.

An der Seitenwand des Gestelles ist eine Federbüchse *F* (Fig. 462 u. 463, S. 410) so angebracht, daß der bewegliche Stift *o*, welcher an dem

1) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 203.

2) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 208; 1863. Bd. 11. S. 262.

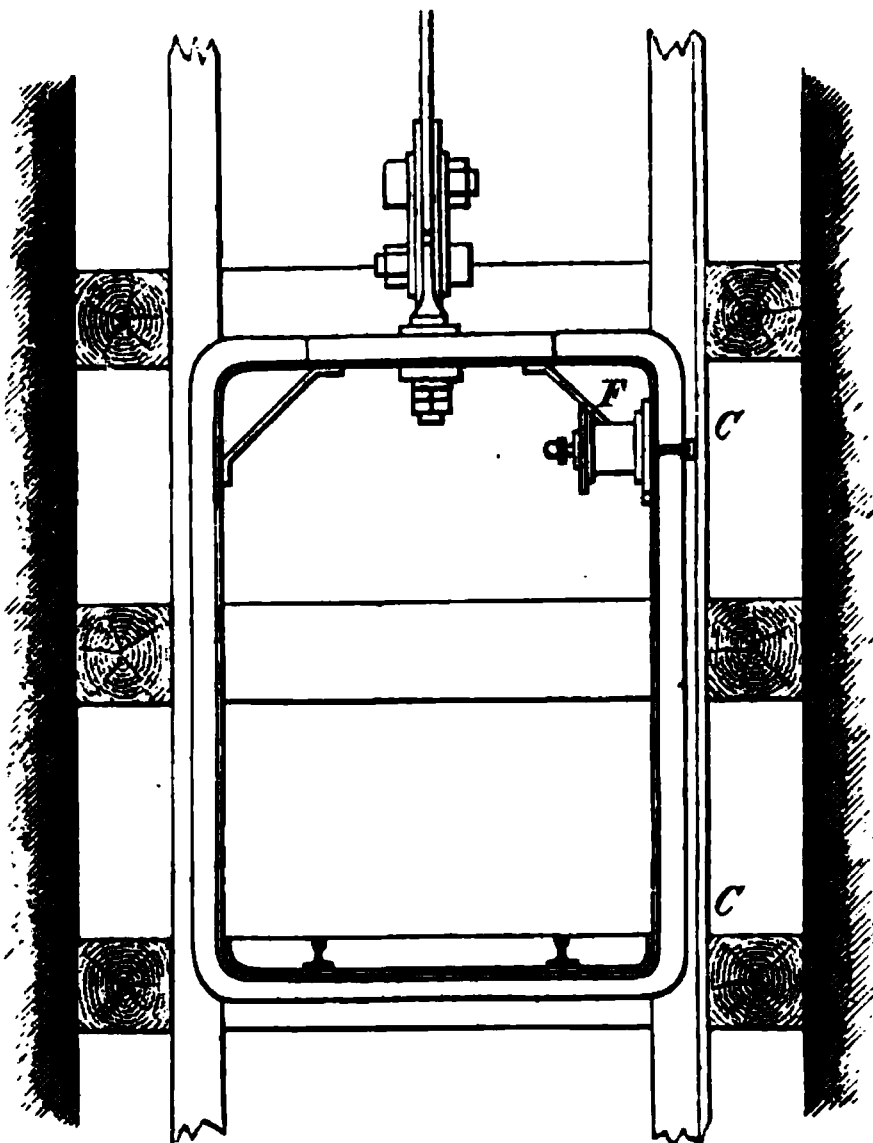
3) Glückauf. 1869. Nr. 8. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 380.

4) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 82.

5) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 380. — Glückauf. 1869. Nr. 5 u. 45; 1870. Nr. 45.

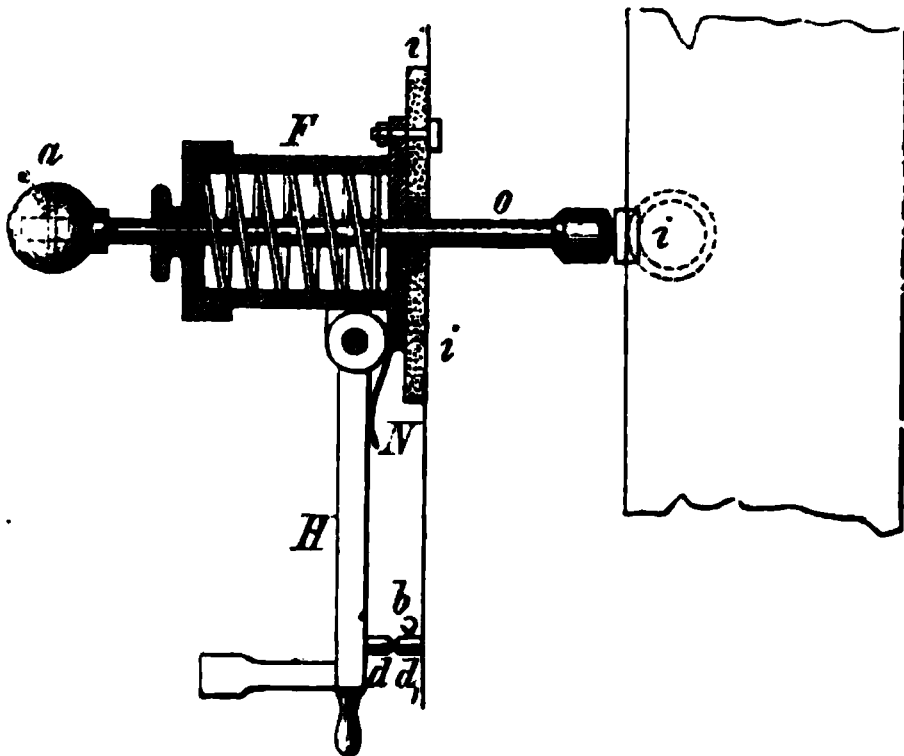
6) Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 109.

einen Ende mit einer Stahlbürste armiert ist, genau auf die Mitte des Kupfer-



streifens *C* (Fig. 463) paßt. Diese Federbüchse ist durch untergelegten Hartgummi *i* vollständig gegen den Förderkorb isoliert. Der Stift *o* ist für gewöhnlich zurückgezogen und durch den Hebel *H* arretiert.

Von dem Kupferstreifen *C* geht über Tage ein übersponnener Draht nach der Glocke und von da nach dem einen Pole der Batterie, während der andere Pol mit der Fördermaschine, etwa mit der Grundplatte derselben, verbunden ist, so daß der Strom durch Maschine und Förderseil geschlossen ist, sobald auf dem Gestelle der Hebel *H* von der Federbüchse gelöst und mit dem Kopfe *d* gegen den an der Förderschale befindlichen Knopf *d* (Fig. 462) gedrückt ist, indem gleichzeitig der Stift *o* mit der Drahtbürste durch die Feder in *F* mit dem Kupferstreifen in Berührung gebracht wird.



Durch wiederholtes Andrücken des durch die Feder *N* abgedrängten Hebels kann man jedes beliebige Signal geben.

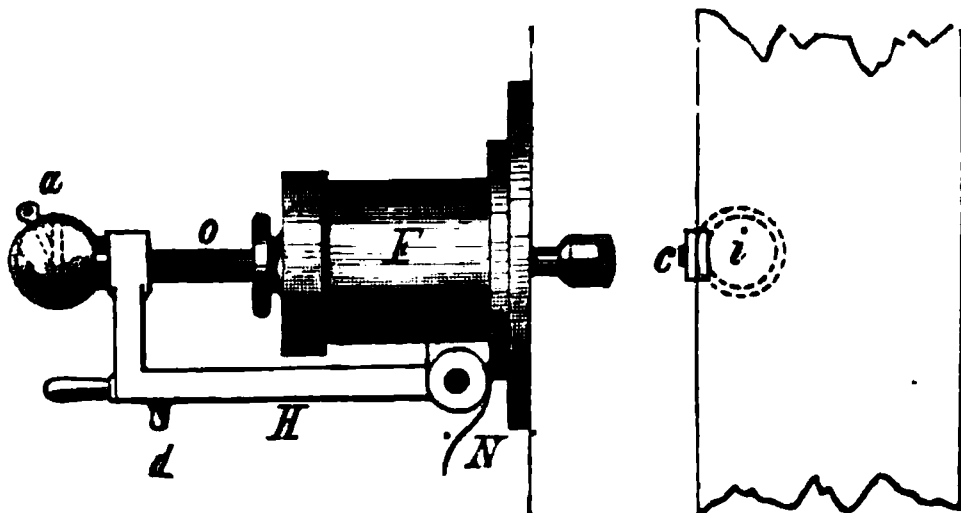


Fig. 461, 462, 463. Elektrischer Signalapparat von Oliviero und Ebeling.

Gleichzeitig kann man sich zwischen Korb und Maschine durch ein Telefon verständigen, indem die Enden des Telephondrahtes durch die Schraube *a* im Kopfe des Stiftes *o* und durch die Schraube *b* im Kopfe *d*, befestigt werden, während auf ein gegebenes

Signal in dem Maschinenhause die Glocke ausgeschaltet, dagegen die Verbindung mit einem Telephondrahte hergestellt wird.

Diese elektrische Signalleitung soll sich bis jetzt nicht nur auf Friedenshoffnungsgrube zu Hermsdorf, sondern auch auf Himmelsfürst Fundgrube in Freiberg in einem 500 m tiefen, sehr nassen Schachte sehr gut bewährt haben.

Auf dem Kreuzgrabenschachte I bei Saarbrücken hat man mit Erfolg den Versuch gemacht ¹⁾, das Seil als Leitung und die eiserne Schachtführung als Rückleitung zu benutzen. Die Isolierung des Seiles bewerkstelligte man dadurch, daß das eine Ende desselben ohne Zwieselkette um den Bügel des Förderkorbes geschlungen, vorher aber, ebenso wie das andere, auf der Seiltrommel befestigte Ende, in einen Gummischlauch gesteckt wurde. Unter die Achsenlager der Seilscheiben sind Gummiplatten geschoben, während auf den Seiltrommeln schon die Seilschmiere zur Isolierung genügte. Von dem Achsenlager der Seilscheibe führt ein Draht zu dem auf der Hängebank stehenden Signalapparate und von diesem ein anderer zur Schachtleitung. Der auf dem Förderkorbe befindliche Apparat ist mit dem Seile durch einen am Ende des letzteren verlöteten Draht und mit der Schachtleitung durch das Eisen des Förderkorbes in leitende Verbindung gebracht. — Nässe beeinträchtigt die Wirksamkeit der Einrichtung nicht, dagegen muß die Schachtleitung in ununterbrochener metallischer Verbindung sein, wenn der Strom keine Ablenkung erfahren soll ²⁾.

2. Maschinen mit Zubehör.

Kapitel XI.

Haspelförderung ³⁾.

§ 125. **Haspel mit und ohne Vorgelege.** — Der einfache Haspel besteht aus einem Rundbaume mit oder ohne besondere Seiltrommeln, sowie aus Haspelhörnern und den Haspelstützen. Die Achse muß etwas über halber Mannshöhe stehen. Die Haspelhörner sind 47 cm (27 bis 55 cm) lang und so angesteckt, daß ihre Richtungen einen Winkel von 120° bilden.

Bei der Haspelförderung wendet man Seile aus Hanf, dünnem Eisen- und Stahldraht, sowie Ketten an.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. S. 202.

²⁾ Über eine andere, gleichfalls vom Fördergestelle aus zu handhabende elektrische Einrichtung von Matthieu vergl. Bull. de la soc. de l'ind. min. Vol. 15. p. 254. — Ponson, Steinkohlenbergbau. Suppl. Vol. 2. p. 297.

³⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 529.

Bei größeren Tiefen sind, wenn keine Seilausgleichung (Kap. 15) angebracht werden kann, Haspel mit Vorgelege anzuwenden.

Die Haspelförderung findet, außer bei kleinen Schächten, auch beim Abteufen größerer Schächte statt, unter Umständen mit mehreren Haspeln. Um dabei das An- und Abschlagen der Fördergefäße zu erleichtern, falls dieselben nicht am Schachte ausgestürzt, sondern auf Gestellwagen auf die Bergehalde geschafft werden, ist es zweckmäßig, am Seile einen Haken mit einer Feder anzubringen (Fig. 464).



Fig. 464. Haken zum Anschlagen der Förderkübel.

Hat der Schacht eine Teufe von 60 m erreicht, so ist es vorteilhafter, Maschinenkraft entweder mittelst einer besonderen kleineren Maschine (stationär oder lokomobil), oder mittelst der inzwischen fertig montierten Fördermaschine anzuwenden.

Der Rundbaum des Haspels hat einen Durchmesser:

bei Hanfseilen und Ketten von 10 bis 13 cm,

bei Drahtseilen von 15 bis 16 cm.

Die Geschwindigkeit im Kurbelkreise beträgt 30 bis 200, gewöhnlich aber 90 cm, dabei leistet ein Mann pro Sekunde die Arbeit von 3 bis 8 mkg, bei Vorgelegehaspeln im Durchschnitte täglich 100 000 mkg.

Kapitel XII.

Göpelförderung.

§ 126. **Allgemeines.** — Unter Göpel versteht man jede maschinelle Fördereinrichtung, bei der das Förderseil auf senkrechten oder horizontalen, durch tierische oder andere Kräfte (Wasser, Dampf, Luft) bewegten Wellen oder Körben aufgewickelt ist und von da über eine Seilscheibe in den Schacht geht.

§ 127. **Pferdegöpel.**¹⁾ — Bei den Pferdegöpeln, welche vor Einführung der Dampfmaschinen für Gruben, denen keine Wasserkraft zu Gebote stand, von Wichtigkeit waren, ist das Seil um eine stehende Welle geschlungen, von welcher ein oder mehrere horizontale, mit Deichseln zum Einspannen der Pferde versehene Arme ausgehen.

Bei einem mittelstarken Pferde beträgt die reine Nutzleistung 35 bis 40 mkg pro Sekunde.

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 521.

§ 128. **Hydraulische Göpel**¹⁾. — Die hydraulischen oder Wassergöpel (Wasserräder, Turbinen und Wassersäulenmaschinen) sind für solche Bergwerksgegenden die zweckmäßigsten, in denen die Dampfkraft teuer ist und genügende Wasserkraft zu gebote steht. Sie sind nicht allein in der Anlage, sondern ganz besonders in der Unterhaltung für 1 mkg geleistete Arbeit weit billiger als Dampfgöpel, zumal wenn die nötigen Wasserleitungen und Sammelteiche von früheren Zeiten her vorhanden sind. Dagegen haben Wassergöpel den Nachteil, daß ihre Kraft bei anhaltendem Wassermangel und nicht genügenden Sammelteichen veränderlich ist, und wird man aus diesem Grunde bei dem heutigen Preise der Kohlen und Maschinen in Ländern mit ausgedehntem Eisenbahnnetze neue Anlagen zur Anwendung von Wasserkraft in so ausgedehnter Art, wie z. B. auf dem Harz²⁾, nicht mehr machen.

Die Fördergeschwindigkeit beträgt in tonnlägigen Schächten 0,5—1 m.

Zu erwähnen sind noch die Wasseraufzüge verschiedenster Konstruktion³⁾, welche man unter und über Tage für geringe Förderhöhen anwenden kann, wenn ein freies Gefälle vorhanden, oder Abfluß der gebrauchten Wasser möglich ist.

§ 129. **Dampfgöpel**⁴⁾. — Die Dampfkraft findet besonders auf allen Kohlengruben ausgedehnte Anwendung. Die Dampfgöpel haben vor Wassergöpel den Vorzug, daß sie eine regelmäßige Kraft liefern, überall leicht anzulegen und lenksamer sind.

Bei guter Konstruktion der Maschinen mit allem Zubehör, sowie der Leitungen im Schachte beträgt die Fördergeschwindigkeit nicht unter 6 bis 8 m, steigt aber bis 13 m und darüber.

Kapitel XIII.

Seilscheiben und Fördergerüste.

§ 130. **Seilscheiben**⁵⁾. — Die Seilscheiben sollen die Seile von dem Treibkorbe her in die Mitte der Fördertrümmer führen. Dieselben werden jetzt nur noch von Eisen hergestellt und haben an ihrer Peripherie eine sich nach außen erweiternde Nut, welche zur Schonung des Seiles bisweilen mit einem Holzfutter versehen wird.

1) v. Hauer, a. a. O. II. S. 467ff. — Neumann, Hydr. Motoren. Weimar 1868.

2) Dumreicher, Die Wasserwirtschaft des nordwestl. Oberharzes. Clausthal 1868.

3) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 376; 1856. Bd. 3 A. S. 121; 1856. Bd. 3 B. S. 48.; 1857. Bd. 4. S. 71; 1858. Bd. 6. S. 114; 1860. Bd. 8. S. 189; 1871. Bd. 19. S. 274.

4) v. Hauer, a. a. O. II. S. 266.

5) Ebenda. S. 267ff.

Die Höhe der Seilscheiben über der Hängebank soll so groß sein, daß das aufsteigende Fördergefäß bei verspätetem Anhalten der Maschine dieselben nicht leicht erreicht. Danach beträgt die Höhe gewöhnlich 12 bis 16 m, selten 6 oder 24 m.

Die Entfernung der Seilscheiben vom Treibkorbe ist bei cylindrischen Körben die 30 bis 50fache, bei konischen die 20 bis 30fache der Treibkorbbreite. Ist sie zu gering, so legen sich die Seilwindungen in der einen Hälfte des Treibkorbes nicht dicht aneinander und suchen in der anderen Hälfte übereinander aufzusteigen.

Der Durchmesser der Seilscheiben beträgt 2,5 bis 3 m.

§ 131. **Fördergerüste oder Seilscheibengerüste**¹⁾. — Die Fördergerüste dienen zur Unterstützung der Seilscheiben und werden entweder unter Dach

oder im Freien aufgestellt. Im letzteren Falle schließt sich an das Maschinenhaus ein Schachtturm, in dessen oberem Teile die Seilscheiben verlagert sind. Derartige massive Schachttürme waren bis vor kurzem besonders in Westfalen und Saarbrücken allgemein üblich, während man in neuerer Zeit die billigeren, mehr oder weniger freistehenden Gerüste mehrfach angewendet hat. Eine einfache und zweckmäßige Verlagerung der Seilscheiben ist auf Zeche Julius Philipp in Westfalen ausgeführt (Fig. 465). Dort ruhen die Seilscheiben auf Lagern von I-Eisen, welche einerseits von dem einfachen eisernen Schachtgerüste, andererseits von einem Vorsprunge der Mauer getragen werden, während die Hauptlast von stärkeren, in der resultierenden Richtung zwischen Seilzug und der senkrechten Zugrichtung des Korbes angebrachten Streben aufgenommen wird.

Fig. 465.
Schachtturm und Seilscheibengerüst auf
Zeche Julius Philipp bei Bochum.

Bei den älteren derartigen Einrichtungen ruhen die Seilscheibenlager lediglich mit beiden Enden auf dem Mauerwerke, welches in einzelnen Fällen $1\frac{1}{2}$ m stark ist; trotzdem zeigt ein solcher Turm beim Anheben des vollen Gestelles oben an den Seilscheiben bisweilen recht bedeutende Schwankungen.

Als ein Übergang zwischen den gemauerten Schachttürmen und den ganz frei stehenden Fördergerüsten sind diejenigen Anlagen zu betrachten,

¹⁾ A. Eichenauer, Seilscheibengerüste der Bergwerks-Fördermaschinen. Leipzig 1877.

bei denen die Umfassungsmauern nur bis über die Hängebank reichen, während ein aus vier Bockbeinen bestehendes Fördergerüst auf den vier Ecken der Mauer ruht. Derartige Fördertürme, bei denen der obere Teil des Gerüsts mit verzinktem Wellblech verschlagen ist und bei denen auch die Seilscheiben überdacht sind, befinden sich u. a. auf Zeche Marianne und Steinbank in Westfalen.

Auch auf den Schächten des Gelsenkirchener Bergwerksvereines reichen die Umfassungsmauern bis über die Hängebank, sind hier aber mit Wellblech überdacht (Fig. 466).

Fig. 466. Fördergerüst nebst Ladebühne der Zechen Rheinische und Alma bei Gelsenkirchen.

Das Fördergerüst (von der Maschinenbau-Aktien-Ges. Union in Essen a. d. Ruhr ausgeführt) ist ebenso leicht und unter Vermeidung unnötigen Materialaufwandes erbaut, wie dasjenige auf Zeche Julius Philipp. Auch hier ruhen die mit Wellblech besonders überdachten Seilscheiben auf Lagern, welche einerseits auf dem Schachtgerüste, andererseits auf Zugstreben z ihre Stütze finden; die letzteren stehen auf der Umfassungemauer.

Bei dem ganz frei stehenden eisernen Fördergerüste vom Emserschachte des Kölner Bergwerksvereines bei Altenessen reichen die Zugstreben bis auf den Boden hinab und stützen sich gegen Mauerpfeiler. Die mit Wellblech überdachten Schachtgebäude, Ladebühne, Wendeltreppe, kurz, die ganze Anlage besteht, ebenso wie die vorhergehende, lediglich aus Eisen und ist in ihrer Herstellung wesentlich billiger, als die gemauerten Schachttürme.

Allerdings ist es nicht unbedenklich, die Seilscheiben schwer zugänglich zu machen, weil bei ungünstiger Witterung leicht die Wartung der Seilscheibenachse vernachlässigt wird.

Kapitel XIV.

Seilkörbe¹⁾.

§ 132. **Allgemeines.** — Die Seilkörbe oder Treibkörbe, auf denen sich das Seil aufwickelt, bestehen gewöhnlich aus Eisen, haben aber zur Schonung des Seiles einen Holzbelag.

Der Durchmesser der Seilkörbe richtet sich im allgemeinen nach der Stärke der Seile, sowie nach der Tiefe des Schachtes und schwankt zwischen 3 und 6 m. Auch die Breite des Korbes ist nach den eben angegebenen Faktoren, bezw. nach derjenigen Anzahl der Seilumschläge zu berechnen, welche auf dem Korb Platz finden sollen. Dabei müssen immer mehrere Umschläge als Vorrat auf dem Korb liegen, teils um das Seil schon durch die Reibung festzuhalten, teils um beim Abhauen der unteren Seilenden (§ 88) genügende Länge zu behalten.

Nimmt man die Breite des Seilkorbes zu groß, so divergieren die Richtungen des zwischen Korb und Seilscheibe liegenden Seilstückes derart, daß das Seil sich nicht gut nebeneinander aufwickelt. Man nimmt deshalb die Breite meist nicht über 0,8 m und läßt nötigenfalls mehrere Seilumschläge sich übereinander legen; weil aber dabei das Seil stark leidet, so ist es besser, einen genügend großen Durchmesser zu nehmen.

Die Seilenden, welche eine hinreichende Befestigung schon durch die vorrätigen Umschläge auf dem Korb erhalten, werden einfach durch die Verschalung gesteckt und an einem der Arme festgebunden.

Wird von mehreren Sohlen gefördert, so muß der eine der beiden Seilkörbe auf der Achse beweglich sein. Soll in einem solchen Falle die Förderung z. B. von einer höheren Sohle auf eine tiefere umgestellt werden, so bringt man das am beweglichen Korb befindliche Fördergefäß auf die Hängebank, löst den Seilkorb von seiner Verbindung mit der Achse, bremst ihn fest, hängt das andere Fördergefäß auf die tiefere Sohle und verkuppelt den losen Korb wieder mit der Achse.

§ 133. **Cylindrische Treibkörbe für Rundseile.** — Die Treibkörbe für Rundseile sind entweder cylindrische, oder konische oder Spiralkörbe (§ 139).

Die cylindrischen Seilkörbe werden bei nicht zu großen Tiefen und

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 344. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 236.

geringem Seilgewichte angewendet, wenn Seilausgleichung entbehrlich ist, was sich bis zu Tiefen von 100 bis 140 m, je nachdem man Eisen- oder Stahlseile anwendet, immer rechtfertigen läßt.

Übrigens haben derartige Körbe den mit der Tiefe der Schächte wachsenden Übelstand, daß sich, wenn man nicht die Fördermaschine sehr weit vom Schachte anlegt, schiefe Winkel zwischen den auflaufenden Seilen, der Achsenrichtung der Trommeln und den Seilscheiben ergeben.

Dem an et¹⁾ hat deshalb auch für Rundseile Bobinen mit vollen eisernen Seitenwangen angewendet, auf denen sich die Rundseile ebenso wie Bandseile aufwickeln.

An der Fördermaschine des Schachtes I auf Zeche Hibernia bei Gelsenkirchen ist seit 1884 eine neue Seiltrommel hergestellt worden, mit deren Anwendung sich der Seilverschleiß nicht unerheblich verringert hat. Die Seiltrommeln haben ähnlich, wie die konischen, einen von der Berührungsfläche nach außen hin zunehmenden Durchmesser, jedoch ist der Belag nicht gerade, sondern derart bogenförmig, daß das Seil beim Aufwickeln sich ohne seitliche Reibung aneinanderlegt²⁾.

Kapitel XV.

Ausgleichung des Seilgewichtes³⁾.

§ 134. Allgemeines. — Fördermaschinen müssen stark genug sein, um außer der Förderlast auch das Gewicht des im Schachte hängenden Seiles zu heben. Nach der Begegnung der Fördergefäße nimmt das Übergewicht des niedergehenden Seiles immer mehr zu, so daß von nun an unter Umständen ein starkes Bremsen eintreten muß.

In den tiefen Schächten des Harzes und bei dem großen Gewichte der früher angewendeten Ketten trat schon früh die Notwendigkeit ein, auf Mittel zur Seilausgleichung zu sinnen (vergl. § 79). Bereits im Anfange des 18. Jahrhunderts soll Leibnitz derartige Versuche angestellt haben⁴⁾, im Jahre 1827 wurden sie in dem 140 m tiefen Schachte der Grube Franz August bei Clausthal damit erneuert, daß man eine Kette unter die Tonnen hing (Unterseil) und dieselbe unten im Schachte um eine bewegliche, mit Gewichten beschwerte Rolle legte. Nach dem günstigen Ausfalle dieses Vor-

1) a. a. O. S. 574. Fig. 462.

2) B.- u. H. Ztg. 1886. S. 232.

3) Stern, Seilgewichts-Ausgleichung in Österr. Zeitschr. 1884. S. 7.

4) Albert, Die Bergw.-Verw. des Hann. Oberharzes. Berlin 1837. (Abdruck aus Karsten's Archiv. Bd. 10. S. 219.)

vollkommen ausreichend. Sodann ist das Fördern von verschiedenen Sohlen mit Leichtigkeit auszuführen, zumal wenn man das Zugseil auf einen besonderen Korb legt, welcher durch eine Kuppelung mit der Axe des Treibkorbes verbunden ist, also bei dem Umspannen leicht gelöst werden kann. Besonders vorteilhaft erscheint die in Rede stehende Methode bei gleichzeitiger Anwendung von Bobinen und Bandseilen¹⁾. Giebt man dabei dem Ausgleichseile einen veränderlichen Querschnitt, so weicht das kleinste und größte Drehungsmoment der Maschine von dem mittleren wenig ab (in einem bestimmten, von Meinicke a. a. O. berechneten Beispiele um 16%).

An Stelle der Seile Ketten anzuwenden, erscheint nicht ratsam, weil die von 1827—1834 am Harze angestellten Versuche (vergl. § 134) ergeben haben, daß auch die besten Ketten rasch spröde werden und zerspringen.

§ 137. **Baumann'sche Seilklemme.** — Um bei der Anwendung eines einfachen Unterseiles von verschiedenen Sohlen fördern zu können, muß man dasselbe bei Fördergestellen mit nebeneinander stehenden Wagen durch das Gestelle hindurchgehen lassen und durch eine Seilklemme befestigen.

In Saarbrücken wird die von Baumann²⁾ in Friedrichsthal konstruierte Seilklemme vielfach benutzt; dieselbe besteht aus einer dreiteiligen, außen konischen Hülse *a* (Fig. 468 u. 469), welche den Windungen der Litzen am Seile entsprechend ausgehöhlt ist und durch die Last selbstthätig in eine auf den Konus der Hülse passend ausgedrehte Büchse *b* gezogen wird. Je größer die Last ist, um so tiefer wird sich die Hülse in die Büchse ziehen, und um so sicherer wird das Seil gehalten, dessen Gleiten nicht möglich ist, wenn nur die in der Hülse enthaltenen Gewindegänge stark genug gegen das Abscheren sind.

Fig. 468.



Fig. 469. Baumann'sche Seilklemme.

Soll nun die Förderung, etwa beim Schichtenwechsel, von irgend einer Sohle beispielsweise auf eine tiefere umgestellt werden und steht das eine Fördergestell auf der Hängebank, so löst man an diesem die Seilklemme, läßt das untere Gestell auf die tiefere Sohle hinab, wobei das Seil durch das obere Gestell frei hindurchgeht, und stellt demnächst die Klemme wieder fest.

Kann man das Seil, wie es bei Körben mit hintereinander stehenden Wagen der Fall ist, nicht durch den Korb hindurchgehen lassen, weil dabei das Durchschieben der Wagen nicht möglich sein würde, so schließt man das Unterseil mittelst Umführungsgestänge³⁾ an das Oberseil an. In dieser Weise verfuhr man auch auf dem Maybachschachte

¹⁾ Meinicke. Ebenda. S. 44.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 275. 276.

³⁾ Ebenda. 1884. Bd. 34. S. 294.

II bei Saarbrücken, wo man als Unterseil der leichteren Biegsamkeit und längeren Dauer wegen ein Aloëbandseil gewählt hat.

§ 138. **Ausgleichung durch Gewichte.**¹⁾ — Eine in England gebräuchliche Methode ist folgende: Von einer auf der Welle der Treibkörbe t (Fig. 470) sitzenden Trommel s aus läuft ein Seil zum Ausgleichshunde g , welcher sich auf einer Bahn mit abnehmender Neigung bewegt. Beim Anheben des unteren Gestelles befindet sich der Hund auf der steilsten Stelle und entspricht sein Herabgleitungstrieb der Seillast. Beim Begegnen der Gestelle ist der Wagen an der geringsten Neigung angelangt, das Seil wickelt sich wieder auf und zieht den Hund nach oben, so daß er in der zweiten Hälfte der Förderzeit bremsend wirkt.

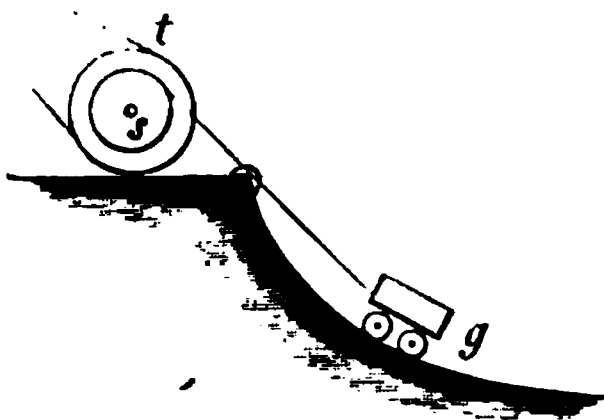


Fig. 470. Seilausgleichung durch Gewicht und schiefe Ebene.

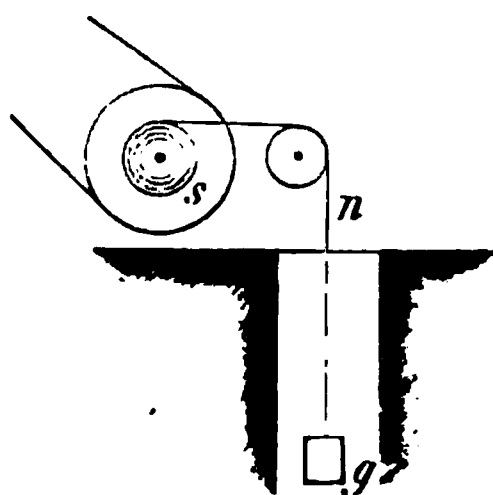


Fig. 471. Seilausgleichung mit Bobine und frei hängendem Gewichte.

Nach einer anderen Methode geht von der Trommel s an der Seilkorbwelle (Fig. 471) ein Bandseil n zum Gewichte g . In der ersten Hälfte des Aufzuges wirkt dasselbe am größten, beim Begegnen der Gestelle am kleinsten Hebelarme und hat gleichzeitig seine größte Tiefe erreicht. Von da an wickelt sich das Seil wieder auf, und das Gewicht wirkt der Beschleunigung des niedergehenden Korbes entgegen.

Auf gleichem Prinzipie beruht auch folgende, auf dem Camphausenschachte bei Saarbrücken angebrachte Einrichtung, welche ihrem Zwecke vollkommen entspricht, aber kostspieliger ist, als die vorhin beschriebenen Methoden.

Auf der Achse der cylindrischen Trommeln einer 1000pferdigen Fördermaschine befindet sich ein Spiralkorb, dessen Durchmesser 3 und 10 m betragen und von dem aus zwei Seile n n' (Fig. 472) über Seilscheiben in einen 80 m tiefen Nebenschacht gehen, in welchem sie um eine, mit einem Scheibengewichte beschwerte, bewegliche Rolle geführt sind. Das Gewicht beträgt 15000 kg, kann aber durch Abnehmen und Zulegen verändert werden.

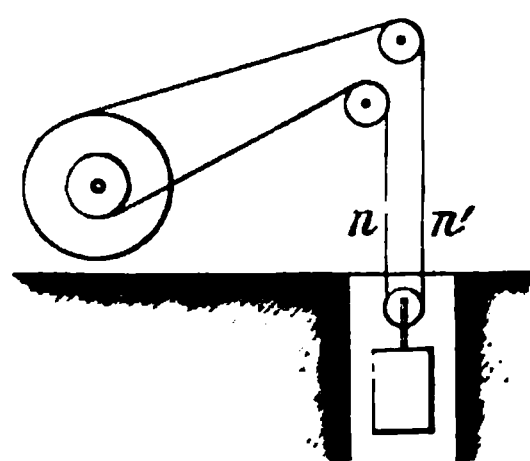


Fig. 472. Seilausgleichung mit Spiralkorb und frei hängendem Gewichte.

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 354. — Bull. de la soc. de l'ind. minérale. 1864. Bd. 7. S. 63.

Das Förderseil ist von 53 auf 49 mm verjüngt und fördert mit Gestellen von 3 Böden mit je 2 Wagen, so daß die Gesamtlast beträgt

6 leere Wagen	1500 kg
das Gestell	2500 -
die Füllung	3000 -
	<hr/>
	= 7000 kg.

Beim Anheben befindet sich das Gegengewicht oben und das Seil n wirkt am größten Hebelarme, beim Begegnen der Gestelle sind die beiden Hebelarme gleich, das Gewicht hat seine größte Tiefe (gegenwärtig 40 m) erreicht und muß nun von dem sich allmählich in immer größeren Windungen aufwickelnden Seile n' wieder emporgezogen werden.

§ 139. **Konische Seilkörbe.** — Konische Seilkörbe bilden zwei, mit einer der Grundflächen zusammenstoßende abgestumpfte Kegel (Fig. 473), bei denen das im Schachte hängende Seil auf dem kleinsten, das andere auf dem größten Durchmesser aufgewickelt ist. Damit wirkt, wie in dem eben erwähnten Falle, die größte Last am kleinsten, das niedergehende Gewicht am größten Hebelarme. Um zu vermeiden, daß die Seile sich übereinander aufwickeln, darf man den Winkel, welchen die Oberfläche der Holzverschalung mit der Horizontalen macht, nicht über 30° nehmen.



Fig. 473. Konischer Seilkorb.

Konische Körbe geben bei größeren Schachttiefen eine sehr unvollständige Seilausgleichung, welche bei Anwendung von Eisenseilen und einer Tiefe von 130 m nur die Hälfte beträgt¹⁾.

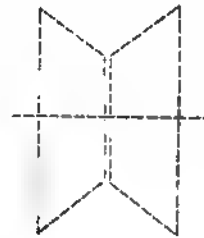


Fig. 474. Spiralkorb.

§ 140. **Spiralkörbe.** — Spiralkörbe sind konische Körbe, deren Oberfläche mit der Richtung der Achse einen größeren Winkel als 30° (bis 60° oder 65°) einschließt, und bei denen sich deshalb das Seil in spiralförmig gewundene Nuten einlegt. Man konstruiert die Spiralkörbe in zweierlei Formen, indem man sie entweder mit der größten (Fig. 474) oder mit der kleinsten Grundfläche (Fig. 475) zusammenlegt.

Der größte Durchmesser, welcher bisher für Spiralkörbe angewendet ist, beträgt 10 m, oder nur wenig darüber, dabei ist der kleine Durchmesser 6 m. Mit solchen Körben ist eine vollständige Seilausgleichung bei Seilen von 46 mm Stärke bis zur Tiefe von 400 m, bei schwächeren Stahlseilen von 40 mm Durchmesser bis zu 500 m zu erreichen²⁾.

¹⁾ Riehn in Preuß. Ztschr. 1882. Bd. 20. S. 268. ²⁾ Riehn, a. a. O. S. 272.

Begnügt man sich mit einer teilweisen Ausglei­chung, so können die Spiralkörbe entsprechend kleiner genommen werden.

Die Spiralkörbe haben den Nachteil, daß die Seile bisweilen nicht regel­mäßig in die Nuten eintreten und ausspringen. Da sie außerdem sehr schwer und kostspielig sind, so geht man immer mehr davon ab.

§ 141. **Bobinen.** — Bobinen sind Förderkörbe für Bandseile. Sie haben einen Kern, welcher der Breite der letzteren entspricht, und radial stehende Arme, zwischen denen sich das Seil aufwickelt.

Das im Schachte hängende Seil ist abgewickelt, wirkt also beim Anheben am kleinsten Hebelarme; mit jedem Umschlage vergrößert sich aber der letztere um die Seildicke, ist beim Begegnen der Gestelle demjenigen des niedergehenden Seiles gleich und wird von da an größer als jener. Für eine große Förderung von 5000 kg Förderlast und einer Seildicke von 24 mm läßt sich eine vollständige Seilausglei­chung bis 250 m Tiefe erreichen¹⁾.

Bei Anwendung verjüngter Seile (§ 86) wird die Tiefe bei den Bobi­nen sowohl als bei den konischen Körben entsprechend größer²⁾.

§ 142. **Zusammenstellung**³⁾. — Vergl. die hier folgenden zwei Tabellen.

Tabelle I.

Art der Seilkörbe	Förderhöhe, bis zu welcher eine vollständige Seilausglei­chung möglich ist.					
	Für Eisenseile			Für Stahlseile		
	Kleine Förderung m	Mittl. Förderung m	Große Förderung m	Kleine Förderung m	Mittl. Förderung m	Große Förderung m
Konische Körbe	290	neg.	neg.	560	386	280
Spiralkörbe	590—600	520	400	980	718	639
Bobinen	375	450	250	820	745	700

Tabelle II.

Art der Seilkörbe	Förderhöhen, bis zu welchen eine Ausglei­chung bis zur Hälfte des Seilgewich­tes möglich ist, für Eisen- und Stahlseile.					
	Kleine		Mittlere		Große	
	F ö r d e r u n g m		F ö r d e r u n g m		F ö r d e r u n g m	
Konische Körbe . {	—		Eisen 226		Eisen 430	
Spiralkörbe . . .	—		Stahl 400		Stahl 380	
Bobinen	—		—		Eisen 400—450	
			—		Eisen 420	

1) Riehn, a. a. O. S. 277. 2) Ebenda. S. 279. 3) Ebenda. S. 279.

Kapitel XVI.

Besondere Fördermethoden.

§ 143. **Koepe'sche Fördermethode¹⁾**. — Nach der dem Bergwerksdirektor Koepe auf Zeche Hannover patentierten Methode fallen Maschinenhaus und Seilkörbe vollständig fort. Die Maschine *m* in Fig. 476 wird in den Schachtturm verlegt und greift direkt an der Seilscheibe *s* an, wobei sie sowohl stehend als liegend angeordnet sein kann. Die Seilscheibe hat, um ein Rutschen²⁾ des einfach übergelegten Bandseiles zu verhüten, einen größeren Durchmesser, als die Entfernung der Schachtmitten beträgt; das Seil wird über zwei Leitscheiben *l*, *l'* in den Schacht geführt.

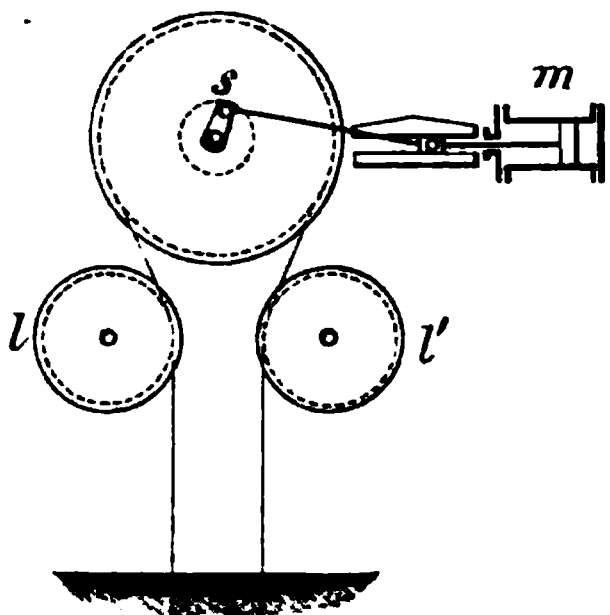


Fig. 476. Koepe'sche Fördereinrichtung.

Verfahrens auf der Zeche Hannover³⁾, sowie auch auf der kons. Myslowitzgrube in Oberschlesien⁴⁾ und auf Zeche Westhausen bei Dortmund geschehen ist (Fig. 477 u. 478), indem man eine vorhandene Fördermaschine benutzte und an die Stelle der Seilkörbe ein mit einer Seilnut versehenes Schwungrad *S* setzte. Die von den beibehaltenen Seilscheiben *s s*, herabkommenden Seile *l l'* sind einfach um das zur Treibscheibe umgewandelte Schwungrad *S* geschlungen, und bilden mit den Gestellen *g g'*, sowie mit dem Unterseile *h* (§ 135) ein Seil ohne Ende.

Die über die Scheiben *r r₁* gelegten Fangseile *f* und *f'*, sind im fünften Abschnitt § 34 besonders beschrieben.

Die zuerst erwähnte Einrichtung (Patent Koepe) wurde auf dem Steinkohlenbergwerke Maria⁵⁾ zu Höngen bei Aachen in sehr zweckmäßiger Weise bei einem blinden Schachte angewendet, mit welchem man von der 700, bzw. 630 Metersohle bis auf die 360 Metersohle förderte. Die Treibscheibe hatte einen der Entfernung der Schachtmitten entsprechenden Durchmesser

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 173.

2) Baumann, Untersuchungen üb. die Förderung mit Treibscheibe, in Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 173.

3) Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 381.

4) Ebenda. 1881. Bd. 29. S. 260.

5) Ebenda.

und eine hinreichend tiefe Seilnut, um durch die starke Reibung ein Rutschen des Seiles zu vermeiden.

Die mit komprimierter Luft betriebene Zwillingsmaschine lag mit der Treibscheibenachse in gleicher Höhe und griff mittelst Vorgelege direkt in zwei zu beiden Seiten der Treibscheibe liegende, auf deren Achse aufgekeilte Kammräder ein.

Die angewendeten Förderkörbe für zwei nebeneinander stehende Wagen von je 500 kg Inhalt gestatteten den Durchgang des Seiles durch ein in der



Fig. 477.



Fig. 478. Modifizierte Koepe'sche Fördereinrichtung.

Mitte angebrachtes schmiedeeisernes Rohr und waren mittelst Schraubenpressen an das Seil festgeklemmt (vergl. § 137), so daß das Umspannen auf die beiden Sohlen leicht und sicher ausgeführt werden konnte.

Die Maschine arbeitete mit 3 Atm. Überdruck und war dabei mit Leichtigkeit imstande, 4000 Ztr. Kohlen in 12 Stunden auf 270 m Höhe zu heben.

Auch auf dem Josefschachte der ver. Mathildengrube in Oberschlesien ist die Koepe'sche Fördermethode für eine neue, 210pferdekräftige Zwillingsfördermaschine in Anwendung gebracht ¹⁾.

Die Vorteile einer derartigen Einrichtung sind folgende:

1. Ein Übertreiben über die Seilscheiben kann nicht vorkommen, weil

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1888. Bd. 31. S. 201.

in diesem Falle das Seil in der Treibscheibennut zum Gleiten kommen wird, zumal der untere Korb sich inzwischen aufgesetzt hat.

2. Aus demselben Grunde braucht man die Seilscheiben nicht so hoch zu legen, wie bei der gewöhnlichen Einrichtung, kann also auch die Seilscheibengerüste entsprechend niedriger und billiger herstellen.

3. Der Seilverschleiß ist ein geringerer, da das Seil nur einer einmaligen Biegung und geringerer Reibung unterworfen ist.

4. Die Anlage ist, besonders für blinde Schächte, wie in Höngen, eine sehr einfache, und beansprucht wenig Raum, sowie unbedeutende Fundamentierung, da der Seilkorb wegfällt.

5. Die Unterhaltungskosten sind entsprechend gering.

Ein wesentlicher Nachteil dürfte der sein, daß bei einem Seilbruche beide Körbe fallen, wenn sie nicht gefangen werden.

§ 144. **Pneumatische Förderung.**¹⁾ — Auf der pariser Weltausstellung vom Jahre 1878 erregte eine Fördereinrichtung viel Aufsehen, welche von Blanchet im Hottinguer Schachte zu Epinac eingeführt ist.

Dieselbe besteht darin, daß in einem gußeisernen Förderrohre von 603 m Höhe und 1,6 m Durchmesser (2 qm Querschnitt) ein Fördergestell mit 9 Wagen dadurch emporgetrieben wird, daß man über demselben die Luft durch eine Evakuationspumpe wegsaugt, so daß unter dem Gestelle die Atmosphäre als Überdruck wirkt. Zur Abdichtung im Rohre befinden sich über und unter dem Fördergestelle die Kolben *a*, *b*, *b'* (Fig. 479). Die Entfernung der Kolben *b* und *b'* ist etwas größer, als die Öffnung der Verschlußthüren *t*, durch welche der Wagenwechsel erfolgt.

Der Niedergang des Gestelles wird durch dessen Gewicht bewirkt, wobei die unter dem Kolben *a* befindliche Grubenluft durch ein besonderes Ausblaserohr zu Tage tritt, während das Förderrohr sich über dem Kolben *b'* durch entsprechende Beschränkung des Zuströmens der äußeren atmosphärischen mit verdünnter Luft füllt. Gleichzeitig ist beim Niedergange die Verbindung des Förderrohres mit der Grubenluft abgesperrt, beim Aufgange dagegen geöffnet, während das Ausblaserohr geschlossen ist. Das letztere würde entbehrlich und durch eine angemessene Verengung in der Verbindung mit der Grubenluft zu ersetzen sein, wenn man nicht gleich-

Fig. 479. Pneumatische Schachtförderung.

¹⁾ Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1879. Nr. 9. S. 413. — Ann. des mines. 1878. 5^{me} livr.; 1874. 2^{me} livr. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1875. Nr. 26 bis 29. — Preuß. Ztschr. 1879. Bd. 27. S. 242 ff. — Hâton de la Goupillière, cours d'expl. Paris 1885 tom. 2. pag. 471.

zeitig eine (übrigens ungenügende) Ventilation der Grube damit verbinden wollte.

Jarolimek weist¹⁾ darauf hin, daß mit dieser Einrichtung, welche wegen Fortfall des Seiles die Förderung aus den größten Tiefen ermöglichen und gewissermaßen als Zukunftsförderung gelten soll, der angestrebte Zweck schwerlich zu erreichen sein wird, weil die Maschine sehr viel Kraft verbraucht (30 kg Kohle pro 1 t Nutzlast und 603 m Tiefe gegen 10,5 bis 11,5 kg, bei flotter Förderung sogar nur 5,5 bis 7,5 kg, — alles auf 1 Stunde und 1 t Nutzleistung bezogen — in dem 1000 m tiefen Adalbertschachte in Příbram), und weil außerdem die Leistung wegen der langen Zeit, welche das Evakuieren der Röhre bei jedem Aufzuge beansprucht, eine geringe ist. Allerdings würde sich die Leistung höher stellen, aber immer noch ungenügend bleiben, wenn man, wie es in Epinac beabsichtigt ist, zwei Förderrohre nebeneinander anwendet.

Als Hauptvorteil ist gegenwärtig die Gefahrlosigkeit zu betrachten, welche die pneumatische Förderung für die Fahrung bietet, im übrigen erscheint dieselbe aber nicht als geeigneter Ersatz für die Schachtförderung mit dem Seile, zumal sie sehr hohe Anlagekosten erfordert, welche sich nach Jarolimek²⁾ verringern ließen, wenn es möglich wäre, einen oder zwei kreisrunde Schächte mit ihrem ganzen Querschnitte als Förderrohre zu benutzen.

§ 145. **Kette ohne Ende. — Gestängeförderung.** — Eine Förderung mit Kette ohne Ende nach Art der Paternosterwerke ist auf der Grube Black Brook bei Liverpool³⁾ angewendet. Die Ketten waren in Entfernungen von 5,6 m mit Querstäben versehen, welche in der Mitte Haken trugen und mittelst dieser den Wagen ergriffen, welcher zu diesem Zwecke mit einer die kurzen Seiten verbindenden Kette versehen war.

Die Förderung mit Gestängen, welche nach Art der Fahrkünste wirken, indem die auf- und niedergehenden Gestänge das Fördergefäß mit Haken erfassen und einander zuheben, ist mehrfach vorgeschlagen⁴⁾, aber kaum jemals ausgeführt.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1879. Nr. 9.

2) a. a. O. S. 115.

3) Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 5. S. 86; 1861. Bd. 9. S. 101.

4) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 245.

B. Tagesförderung.

Kapitel XVII.

Förderung bis zur Sturzbühne und Entleeren der Förderwagen.

§ 146. **Rücklaufbahn.** — Das gewöhnliche Verfahren, die Förderwagen durch Arbeiter bis zur Sturzbühne und wieder zurück nach der Hängebank zu schaffen, ist für größere Entfernungen wegen der vielen Arbeitslöhne nicht zu empfehlen.

Ein einfaches und in neuerer Zeit häufig angewendetes Mittel, an Löhnen zu sparen, sind die schon früher (S. 329) beschriebenen Rücklaufbahnen.

§ 147. **Kettenförderung.** — Auf der Grube Maria zu Höngen bei Aachen werden die Kohlen von dem einen Schachte bis zur Ladebühne mittelst einer Kette ohne Ende transportiert, welche die Wagen mittelst aufgesteckter Gabel faßt (S. 344).

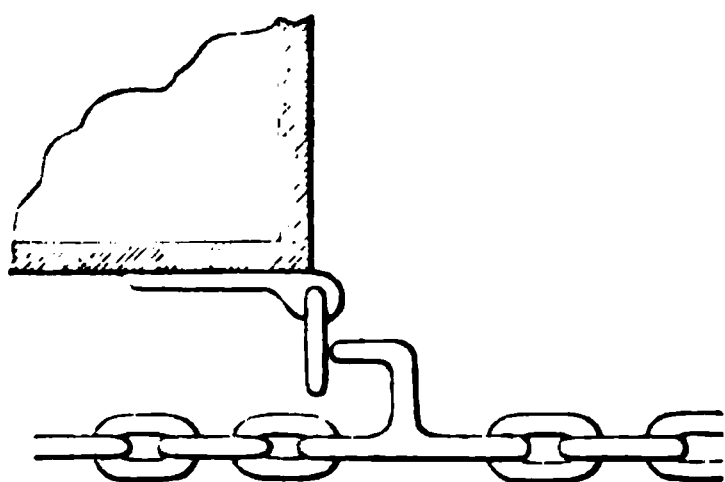


Fig. 480. Kettenförderung auf Zeche Wiendahlsbank.

Auf der Grube Wiendahlsbank in Westfalen bedient man sich zu demselben Zwecke einer auf Rollen zwischen den Gestängen laufenden Kette, in welche aufrecht stehende Haken eingeschaltet sind (Fig. 480). Dieselben fassen in die herabhängenden Kuppelringe der auf das Geleise geschobenen Förderwagen und transportieren sie fort. Bevor die Kette an den Enden der Bahn unter derselben verschwindet, werden

die Wagen eine kurze schiefe Ebene hinauf geschoben, nehmen beim Herablaufen von derselben eine größere Geschwindigkeit an und verlassen die Kette.

Dieselbe Einrichtung findet sich auf Zeche ver. Hamburg bei Witten zum Rücktransporte der leeren Wagen bis zu der in der Nähe des Schachtes befindlichen Schmiervorrichtung.

Auf Zeche Rheinpreußen¹⁾ ist für den Transport der Kohlen von der Hängebank bis zur Schiffsverladung am Rhein (640 m) eine maschinelle Förderung mit schwebender Kette eingerichtet und zwar in derselben Art, wie im Burbachstollen der Grube von der Heydt bei Saarbrücken (S. 345). An den Enden der Bahn laufen die vollen Wagen der Kette, die leeren der

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 204.

Hängebank auf geneigten Bahnen selbstthätig zu; die letzteren, nachdem sie durch die Kette kurz vor der Antriebsmaschine ansteigend geführt sind.

§ 148. **Pferde, Lokomotiven und andere Einrichtungen.** — Für sehr große Entfernungen verwendet man Pferde und kleine Lokomotiven, die letzteren in ausgedehntem Maße in Luisenthal bei Saarbrücken¹⁾.

Auch die auf Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein in Betrieb befindliche Zahnradbahn²⁾, nach dem Muster der Rigibahn, erscheint für starke Gefälle und ansteigende Transporte zweckmäßig.

Für die Erzherzoglich Albrecht'schen Spatheisenstein-Gruben bei Marienhütte im Göllnitzthale (Ungarn) ist eine Zahnradbahn gemischten Systems seit 1885 in Betrieb.

Endlich sind für geeignete Fälle Wasseraufzüge und Bremsberge anwendbar.

§ 149. **Entleeren der Förderwagen ohne Sturzvorrichtung.** — Das Entleeren der Förderwagen geschieht, wenn dieselben Klappen haben, indem man die Wagen anhebt. Die Ladebühne ist dabei sehr einfach und hat an beiden Langseiten nur einen Baum, gegen welchen sich die Vorderräder setzen. Dies gewährt auch den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß man die kleineren Förderwagen leicht überall dahin führen kann, wo das Beladen der Transportgefäße stattfinden soll, was beim Verladen verschiedener Kohlsorten wichtig ist, während bei festen Sturzvorrichtungen und Eisenbahnverladung die schweren Waggon bewegt werden müssen. Bei Anwendung von Wagen mit Klappen werden die leeren Waggon durch die Lokomotive auf die Langseiten der Ladebühne verteilt und, nachdem sie gefüllt sind, wieder abgeholt.

Aus diesen Gründen sind die Wagen mit Klappen im böhmischen Braunkohlenreviere fast ausschließlich in Anwendung.

§ 150. **Sturz- und Kreiselwipper** (nach dem englischen whipper) — auch Kipper genannt, sind die zum Ausstürzen der Wagen ohne Klappen gebräuchlichen Vorrichtungen. In dieselben werden die Wagen eingeschoben, drehen sich selbstthätig um und kehren nach geschehener Entleerung in ihre ursprüngliche Stellung zurück.

Bei den Sturzwippern findet das Umdrehen der Wagen in deren Längsrichtung statt. Es sind Gestelle von Flacheisen, welche sich um eine am Boden angebrachte Achse drehen. Diese ist so angebracht, daß der Schwerpunkt des aufgeschobenen Wagens hinter derselben liegt, so daß der Wipper von selbst umschlägt.

Da bei dem Entleeren von Sturzwippern heftige Stöße unvermeidlich sind, so leiden dieselben sehr. Aus diesem Grunde zieht man in neuerer Zeit die Kreiselwipper vor, bei denen der Wagen seitlich umschlägt.

1) Zeichnungen der »Hütte« 1863. Taf. 3. — Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 210; 1863. Bd. 11. S. 263; 1864. Bd. 12. S. 172. — Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ing. 1868. Bd. 12. S. 639; Bd. 7. S. 371.

2) Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29. S. 263.

Dieselben bestehen aus zwei runden eisernen Kränzen *a* und *b* (Fig. 481 und 482), von denen der erstere auf zwei Rollen *r* und *r*, läuft, so daß er zum Aufschieben der Wagen frei bleibt. Der Ring *b* hat drei Arme und im Mittelpunkte einen Zapfen, der in einem Lagerständer ruht.

Will man die Wagen durchschieben, was zur Beschleunigung des Stürzens wünschenswert sein kann, so läßt man auch den zweiten Ring auf Rollen laufen.

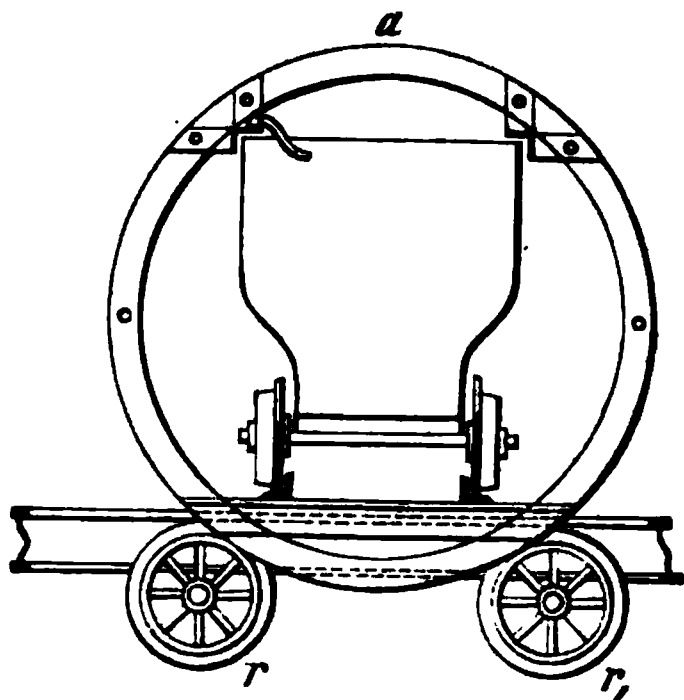


Fig. 481.

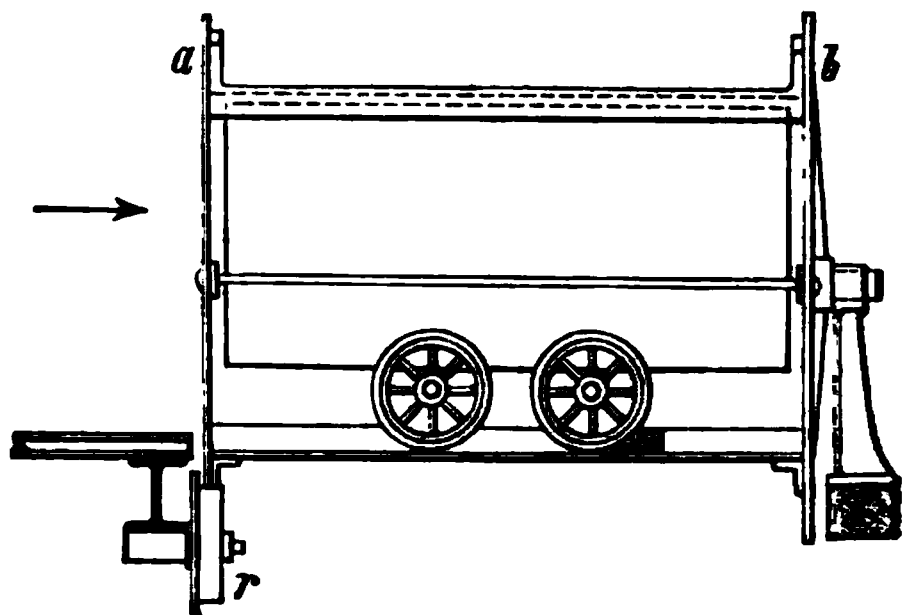


Fig. 482.

Kreiselwipper.

Um die Schwingungen des Wippers nach erfolgtem Umstürzen zu vermeiden, läßt man eine Klinke, welche während des Stürzens durch Aufheben mit dem Fuße gehoben war, rechtzeitig in eine, in dem vorderen Ringe angebrachte Vertiefung fallen, oder bringt seitwärts vom Wipper eine Bremsscheibe mit Bandbremse an.

Kreiselwipper mit maschinell betriebenen sind auf den Gruben Gerhard Prinz Wilhelm und Heinitz bei Saarbrücken in Anwendung. Durch Riemenübertragung wird eine Friktionsscheibe in fortwährend rotierender Bewegung erhalten und die letztere durch Einrücken eines Hebels dem Wipper mitgeteilt¹⁾. Dasselbe ist auf den Gruben Mariemont und Bascoup, sowie auf der Lührig'schen Kohlenwäsche zu Anzin der Fall²⁾. Man will mit dem langsamen Umkippen das Zerkleinern der Kohlen verhüten.

J. Karlik in Kladno hat einen Wipper konstruiert, welcher nach Einrückung einer Kuppelung sich zuerst rasch, während des Entleerens langsam und nach demselben wieder rasch bewegt, wodurch das Fördergut den Klassierungsapparaten gleichmäßiger zugeführt wird. Diese ungleichartige Geschwindigkeit wird einfach dadurch erreicht, daß der Wipper von zwei ungleich großen Friktionsrollen, denen verschiedene große Kranzprofile entsprechen, bewegt wird. Im Anfang des Kippens berührt die größere Rolle

1) Preuß. Zeitschr. 1892. Bd. 30. S. 250.

2) Ebenda. S. 75.

das kleinere Kranzprofil. Im Augenblick des Kippens verläßt das kleine Kranzprofil die größere Rolle und es kommt auf $\frac{1}{4}$ der Umdrehung die kleine Rolle zum Tragen, wobei das Entleeren langsam vor sich geht, bis nach demselben wieder die größere Rolle in Thätigkeit tritt. Bei einem Verhältnis der Durchmesser von 1 : 1,875 in den Tragkränzen und von 1 : 20 in den Rollen dauern diese 3 Perioden 2, 19 und $4\frac{1}{4}$ Sekunden, so daß einschließlich $4\frac{3}{4}$ Sekunden für den Wagenwechsel zur vollen Umdrehung eine halbe Minute erforderlich ist, was bei einer Nutzlast von 500 kg pro Wagen einer Förderung von 600 000 kg in 10stündiger Schicht entsprechen würde.

§ 151. **Fahrbare Wipper.** — Um das mit fest eingebauten Wippen verbundene, lästige Bewegen (Rangieren) der Eisenbahnwagen zu vermeiden, werden auf dem Emscherschächten bei Altenessen, sowie in Poln. Ostrau¹⁾ in sehr zweckmäßiger Weise fahrbare Wipper angewendet.

Dabei sind Kreiselwipper auf Gestellen angebracht, welche mit vier Rädern auf zwei Schienen über den in einem Einschnitte der Ladebühne stehenden Eisenbahnwagen hinweggeschoben werden können. Es sind nun mindestens so viel Wipper in Gebrauch, als man Kohlsorten zu verladen hat. Je ein Wipper wird über den zu beladenden Wagen gefahren und bleibt dort so lange stehen, bis der Wagen gefüllt ist. Die Ladebühne ist mit eisernen Platten belegt.

Zur Schonung der Kohlen beim Ausstürzen ist an den Wippen noch eine mit einem Gegengewichte abbalanzierte Rutsche angebracht, welche zunächst bis nahe auf den Boden des leeren Wagens reicht und allmählich hochgezogen wird.

§ 152. **Bewegen der Eisenbahnwagen.** — Bei allen festen Wippen müssen die gefüllten Eisenbahnwagen fortgeschafft und durch leere ersetzt werden. Bei kleinen Förderungen geschieht dies durch Arbeiter, bei größeren Förderungen bedient man sich vielfach schwerer Pferde. Da jedoch die Arbeit hauptsächlich im Anziehen der beladenen Wagen besteht, so sind die besten Pferde in kurzer Zeit verbraucht. Auf der Zeche Prinz-Regent in Westfalen, sowie auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft bei Aachen²⁾ hat man deshalb Ochsen angewendet, welche nach ein- oder zweijährigem Gebrauche als Schlachtvieh gute Verwertung finden.

Sehr verbreitet ist außerdem die Verwendung von Maschinen mit Seilhaspel, welche auf beweglichen Schiebebühnen³⁾ stehen.

Auch würde sich bei Vorhandensein eines Akkumulators eine Vorrichtung sehr zweckmäßig verwenden lassen, welche bei Homberg a. R. zum Abziehen der mit dem Trajekte von Ruhrort herüberkommenden und mit einem hydraulischen Aufzuge ins Niveau der Eisenbahn bei Homberg gebrachten Waggons gebraucht wird.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1883. Nr. 1. Taf. 1. Fig. 7 u. 8.

2) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 297.

3) Ebenda. S. 297 u. 298. Taf. XII. Fig. 7.

Dabei ragen zwischen den Geleisen mehrere, durch Übertragung in Umdrehung versetzte kurze Holzstämme zwischen den Schienen hervor. Nachdem ein Hanfseil an dem Waggon eingehakt ist, wird das untere Ende um einen Holzstamm geschlungen und so der Wagen in Bewegung gesetzt, worauf er nach dem Aushaken des Seiles von selbst weiterläuft.

Endlich stehen vielfach auch kleine Lokomotiven in Gebrauch, welche wegen ihrer Beweglichkeit besonders zweckmäßig erscheinen. Gegenüber dem Transporte mit Pferden erzielte man auf Florentinegrube in Oberschlesien mit 3 schmalspurigen Lokomotiven von je 20 Pferdestärken (von Kraus & Co. in München) eine Ersparung von 32 bis 33 $\frac{0}{0}$, einschl. 15 $\frac{0}{0}$ Amortisation ¹⁾.

Kapitel XVIII.

Förderung der Berge.

§ 153. **Anwendung von Bergerollen und Seilbahnen.**— Die bei dem Betriebe der Querschläge u. s. w. in Steinkohlengruben fallenden Berge werden, wenn in der Nacht die Förderung ruht, in die zur Verfügung stehenden leeren Förderwagen verladen und auf das Füllort gestellt. Bei Beginn der Förderung muß man zunächst die Bergewagen zu Tage schaffen, worauf sie gewöhnlich nach der Halde transportiert und dort entleert werden. Bei großer Entfernung der Halde und ganz besonders bei ungünstiger Witterung, Schneefall u. s. w. erfordert dies Verfahren jedoch eine geraume Zeit und verzögert den Anfang der Kohlenförderung, somit aber auch die Leistungsfähigkeit des Schachtes, wenn nicht eine der Zahl der Bergewagen entsprechende Anzahl leerer Wagen über Tage zur Verfügung steht.

Auf Zeche Hannover in Westfalen ist dieser Übelstand zweckmäßig dadurch beseitigt, daß man die Berge in eine am Schachtgebäude angebrachte »Verladetasche« oder »Rolle« stürzt und sie aus dieser während der Tagschicht in gleichmäßiger Arbeit nach der Halde schafft, entweder durch Menschen oder Pferde, oder, wie auf Zeche Mont Cenis in Westfalen, durch eine Seilbahn (Kap. XIX).

Um die Bockgerüste bei den Bergehalden zu ersparen, hat A. Ernst, Bergdirektor auf Grube Hubert bei Callenhardt (Westfalen), eine Vorrichtung konstruiert ²⁾, bei welcher sich eine vollständig fertige Schienenbahn innerhalb eines Hohlrostes befindet. Der letztere wird nach Bedarf vorgeschoben und die Schienenbahn entsprechend ergänzt.

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 298.

2) A. Ernst, Verschiebliche Haldensturzbühnen. Hannover 1886.

Mit Hilfe der Muldenwagen (S. 318) kann man denselben Zweck dadurch erreichen, daß man dieselben am Rande der Halde ausstürzt und die Schienenbahn entsprechend nachrückt. Allerdings muß dabei zeitweilig ein Teil der Berge, welcher vor dem Verlegen der Schienenbahn oben liegen bleibt, hinabgeschaufelt werden, was bei der Ernst'schen Einrichtung nicht erforderlich ist.

Kapitel XIX.

Drahtseilbahnen¹⁾.

§ 154. **Allgemeines.** — Die Drahtseilbahnen oder Seileisenbahnen sind hängende Schienenwege, bei denen die Schienen durch Drahtseile oder Rundeisen ersetzt sind. Sie eignen sich besonders für Tagestransport, hier aber wegen ihrer geringen Anlagekosten vorzüglich für bergiges oder hügeliges Land, wo die Herstellung von Fahrstraßen oder Schienenwegen unmöglich oder zu kostspielig ist. Mit den Drahtseilbahnen kann man auf die bequemste Weise über Täler, Flüsse u. s. w. kommen, sie gestatten auch ein wechselndes Steigen und Fallen, nur darf dasselbe nicht mehr als $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ betragen²⁾. Die Drahtseilbahnen sollen schon im vorigen Jahrhundert bekannt gewesen und beispielsweise zur Abtragung des Bischofsberges bei Danzig im Jahre 1733 benutzt worden sein³⁾. Nach anderen Mitteilungen kannte man die Seilbahnen schon 1644 in Danzig und 1664 in Holland. Jedenfalls waren sie wieder in Vergessenheit geraten, bis im Jahre 1861 Freiherr von Dücker⁴⁾ eine Seilbahn auf Grube Friedrike bei Bochum versuchsweise anlegte und auch im Jahre 1870 auf der Gewerbeausstellung in Breslau durch ein Modell anschaulich machte. Wahrscheinlich unabhängig davon hat auch der Engländer Hodgson im Jahre 1868 die Idee der Drahtseilbahnen praktisch ausgeführt und zwar in zwei Systemen, nämlich 1) mit einem Seile ohne Ende, welches zugleich als Leit- und Treibseil fungiert und 2) mit einem Leitseile, welches als Schiene dient, während ein besonderes Treibseil die Gefäße fortbewegt. Das erste System stimmt mit dem v. Dücker'schen überein, das andere wird in neuerer Zeit von Bleichert und Otto in Leipzig sowie von Th. Obach in Wien ausgeführt. Im

1) Berechnung der Seilbahnen von Julius v. Hauer im Jahrbuch für Berg- u. Hüttenwesen. 1884. IV.

2) v. Hauer, a. a. O. II. S. 636.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 210. — Serlo, a. a. O. 1884. S. 49.

4) Berggeist. 1869. S. 239, 269, 293. — Polyt. Zentralbl. Leipzig 1869. S. 997, 1064. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1870. S. 67. — Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. 1874. S. 91.

allgemeinen eignet sich das erstere System für kleinere Anlagen und geringe Leistung, weil die Herstellung mit nur einem Seile billiger ist. Für größere Anlagen, bei denen auch die Förderkübel größer genommen werden, gewährt das zweite System mehr Sicherheit.

§ 155. **Drahtseilbahnen mit einem Seile ohne Ende.** — Das Seil ohne Ende geht von der Umtriebsmaschine, welche entweder an einem Ende der Bahn oder an einer Biegung derselben aufgestellt sein kann, über Rollen, welche an den beiden Enden von Böcken angebracht sind (Fig. 483 und 484), und ist am anderen Ende der Bahn um eine bewegliche Scheibe ge-

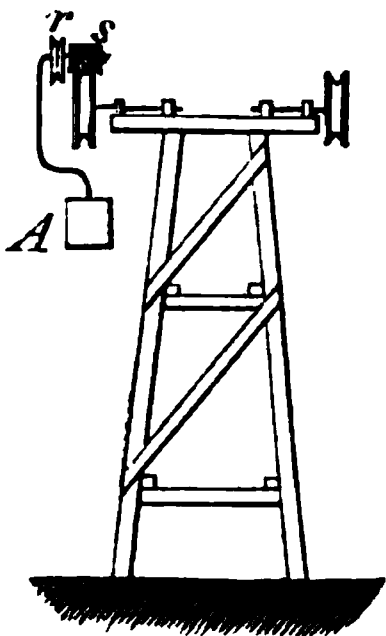


Fig. 483.

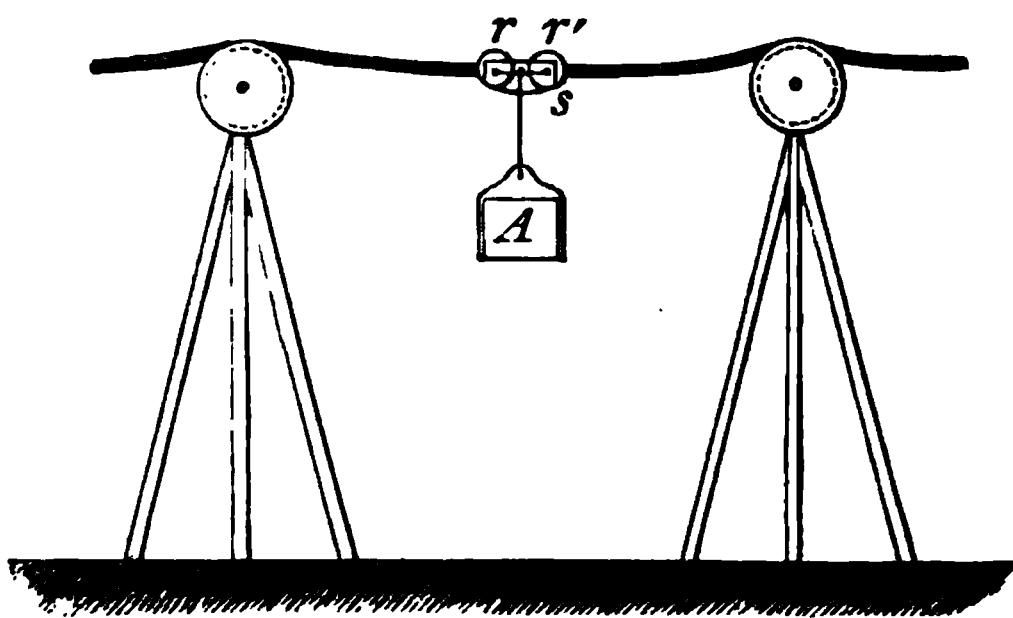


Fig. 484. Drahtseilbahn mit Seil ohne Ende.

schlungen. Die letztere ruht auf einem Gestellwagen, von dessen hinterem Ende eine Kette oder ein Seil über eine stehende Rolle läuft und einen Gewichtskasten trägt, so daß damit die Spannung des Seiles in derselben Weise erreicht wird, wie bei der Streckenförderung mit Seil ohne Ende (S. 341).

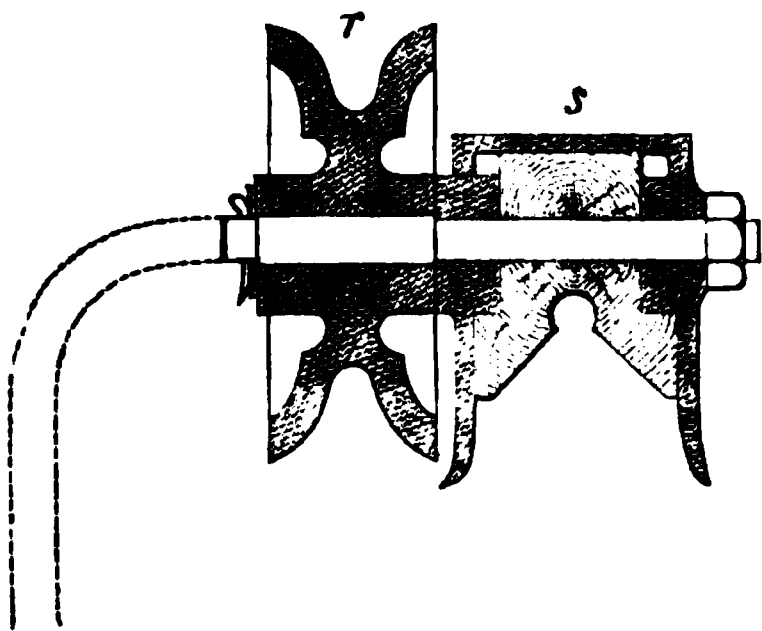


Fig. 485.

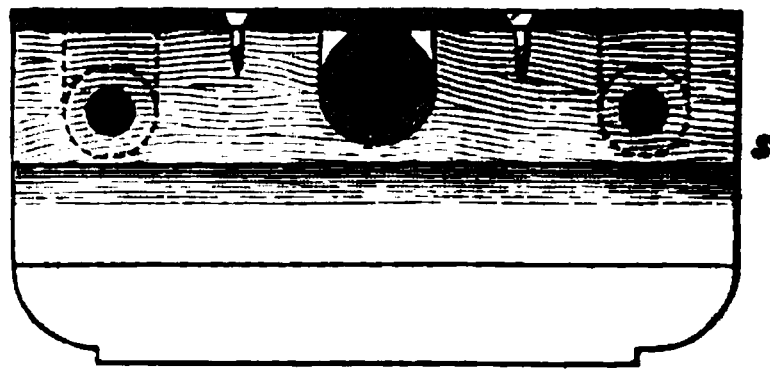


Fig. 486.

Schlitten zur Seilförderung.

Unter dem Seile hängt das Fördergefäß *A* an einem gebogenen Haken, welcher an seinem oberen Ende den mit zwei Rollen *r r'* versehenen Schlitten *s* (Fig. 485 und 486) trägt. Derselbe ist im Innern mit Holz (auch mit Guttapercha) ausgefüllt und hat eine Hohlkehle, mit der er auf dem Seile ruht. Kommt der Schlitten an die Tragrollen der Böcke, so setzen sich

die abgeschrägten Flächen auf die Kränze derselben; der Schlitten wird durch die Drehung der Rollen über dieselben hinweggehoben und auf der anderen Seite wieder auf das Seil gesetzt.

An den Endstationen verschwindet das Seil unter der Bahn, einerseits, um zu dem tiefer stehenden Seilkorbe der Umtriebsmaschine, andererseits, um zur Spannscheibe hinabzugehen, jedoch erst dann, nachdem der Förderkübel mit den am Schlitten befestigten Rädern $r r'$ auf einer besonderen Bahn von \sqcup -Eisen abgesetzt ist. Auf dieser wird er mit der Hand bis zur Entladestelle (bezw. Beladestelle) fortgeschoben, nach geschehener Abfertigung in der gebogenen Bahn weiter gebracht und am Ende derselben auf das von unten wieder heraufkommende Seil gesetzt.

Die feste Bahn kann auch mit Abzweigungen versehen sein, so daß man mit dem Förderkübel nach verschiedenen Punkten gelangen kann.

Um den Kübel zu entleeren, braucht nur der Ring x (Fig. 487 und 488) angehoben zu werden, worauf der erstere von selbst umschlägt.

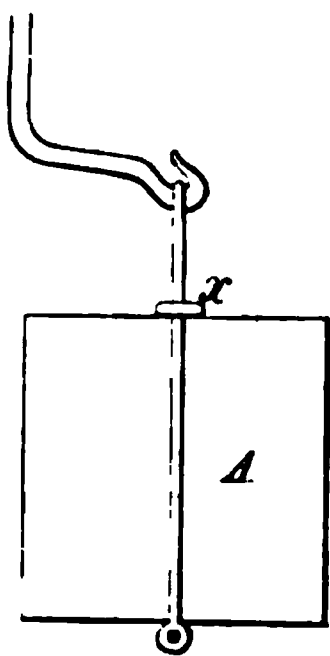


Fig. 487.

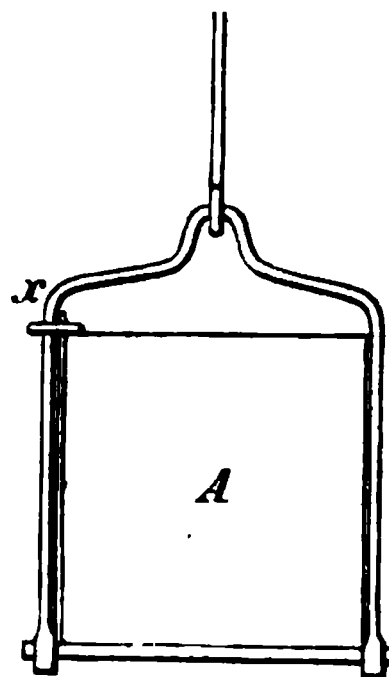


Fig. 488.

Förderkübel für die Seilförderung.

Als Beispiel einer Drahtseilbahn mit Seil ohne Ende ist diejenige zu nennen, welche zum Transporte der Kupferschiefer vom Martinschachte zur Krughütte bei Eisleben im Jahre 1871 hergestellt wurde¹⁾. Dieselbe ist 1883 m lang und förderte mit einer Seilgeschwindigkeit von 2,3 m in der Sekunde. Die Kübel faßten ein Nettogewicht von 60 bis 65 kg, nach Hodgson schwankt dasselbe je nach der Solleistung von 40 bis 160 kg. Die Förderkosten betrugen im Jahre 1885 54,8 \mathcal{R} für 1 Tonne Schiefer und zwar: 6,3 \mathcal{R} für Kohle, 9,8 \mathcal{R} für Seil und 38,7 \mathcal{R} für Bedienung und Reparaturen. Gegenwärtig ist die Bahn in eine solche mit Treib- und Leitseil umgebaut.

§ 156. **Drahtseilbahnen mit Treibseil und Leitseil**²⁾. — Diese Bahnen haben in den letzten Jahren eine sehr häufige Anwendung gefunden.

1, Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 1.

2) Glückauf. Essen 1886. Nr. 6.

Der Förderkübel K (Taf. VI, Fig. 6 und 7) läuft mit zwei Rädern r r' auf einem Leit- oder Tragseile l und wird durch ein Treib- oder Zugseil t fortbewegt. Das Leitseil ist bisweilen durch eine fortlaufende eiserne Rundstange ersetzt.

Die Befestigung des Treibseiles an dem Kübel geschieht dadurch, daß dasselbe durch einen exzentrischen Knaggen e gegen eine ebenso wie dieser am Bügel des Förderkübels angebrachte Scheibe s gedrückt wird.

An den Endstationen stößt ein kleiner, aufrecht stehender Hebel h gegen eine Schiene u ; der Knaggen wird dadurch umgedreht, der Kübel freigemacht und nunmehr, nachdem Treib- und Leitseil nach unten gegangen sind, in derselben Weise, wie bei dem Systeme mit Seil ohne Ende mittelst der Laufräder r r' auf einer festen Bahn von \perp -Eisen oder hochkantig gestellten Flachschielen mit der Hand fortbewegt und nach dem Entleeren, bezw. Füllen, auf das zweite Leitseil gebracht. Nachdem der Knaggen eingerückt ist, erfolgt der Rücktransport, so daß jedes Fördergefäß einen Kreislauf macht.

Von der großen Zahl der in neuerer Zeit angelegten Drahtseilbahnen ¹⁾ sollen nur einige als Beispiele aufgeführt werden.

Von dem Eisensteinbergwerke Briloner Eisenberg ²⁾ werden die Erze nach der 3,5 km entfernten Station Olsberg geschafft. Die Förderkosten stellten sich pro Tonne auf 0,30 Mk., d. h. auf den fünften Teil der früheren Fuhrkosten, bei einem täglichen Transporte von 90 Tonnen; die Anlagekosten betragen 80 000 Mk. einschließlich der Grundentschädigung.

Die Drahtseilbahn der Grube Matthias in Oberschlesien ist 1550 m lang und führt in gerader Richtung nach der oberschlesischen Schmalspurbahn. Die Transportkosten berechnen sich zur Zeit bei nur 1000 Ztr. Förderung auf 2,015 \mathcal{R} pro Ztr.

Eine Drahtseilbahn von dem Förderschachte der kons. Johann-Baptista-Steinkohlengrube in Niederschlesien nach dem Bahnhofe Mittelstein der Bahnlinie Dittersbach-Glatz überschreitet ein größeres Thal und besteht aus zwei Stücken von 2540 m und 2056 m Länge, welche untereinander einen Winkel von 458° bilden. In diesem Winkelpunkte steht die Betriebsmaschine von 10 Pferdekraften. Die anstatt der Leitseile verwendeten Rundeisenstangen von je 50 m Länge sind hier für die vollen Fördergefäße 30 mm, für die leeren 25 mm stark und werden durch Gewichte von 5000 bzw. 3500 kg gespannt erhalten; je zwei Stücke sind zusammengeschweißt und in Längen von 100 m durch stählerne Muffen miteinander verschraubt. Bei der erwähnten Thalüberschreitung sind an Stelle der Rundeisenstäbe Drahtseile eingeschaltet.

Das Zugseil ist 15 mm stark und besteht aus 42 Gußstahlstrahlen von

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1881. S. 602. — Berggeist. Jahrg. 26. 1881. Nr. 40.

2) Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29. S. 262.

4,5 mm Stärke. Die Förderkübel von 3 hl oder 350 kg Inhalt werden durch Muffen, welche auf das Zugseil in 50 m Abstand aufgezogen sind, mitgenommen und in der oben beschriebenen Weise festgeklemmt.

Die Bahn ist auf eine Förderung von 4800 Ztr. in 10 Stunden berechnet. Die Anlagekosten betragen 110 612 Mk.; bei einer jährlichen Förderung von 1 000 000 Ztr. und 29 622 Mk. Betriebskosten, inkl. 10 % für Amortisation des Anlagekapitals, stellen sich die Transportkosten pro Ztr. auf rund 3 *℔*.

Die großartigste Ausführung dieser Art Bahnen ist die nach dem System Th. Obach erbaute Siebenbürger Drahtseilbahn¹⁾. Sie ist im ganzen 30 542 m lang, hat ein Totalgefälle von 892 m, übersetzt 60 Bergrücken und 62 Thäler, darunter 28 mit freien Spannweiten von 200 bis 472 m, letztere 247 m über der Thalsohle. Die Bahn dient zur Zufuhr von Erz und Holzkohle nach den im Hunyader Comitate im Jahre 1883 erbauten zwei Holzkohlen-Hochöfen und setzt sich aus 6 einzelnen Strecken von 2404, 4418, 4276, 4291, 1882 und 3603 m Länge zusammen. Die Fördergefäße haben 0,5 cbm Inhalt und fassen 120 kg Kohle, bzw. 300 kg Erz. Die Leistung der Bahn ist 100 Kübel pro Stunde, darunter $\frac{2}{3}$ Erz und $\frac{1}{3}$ Holzkohle. Die Tragseile auf der Kohlenbahn sind 17 mm, auf der Erzbahn 25 mm, die Zugseile 13 bzw. 18 mm stark, sämtlich aus bestem Stahl hergestellt. Die Gesamtanlage soll nur 930 000 Mark gekostet haben.

§ 157. **Drahtseilbahnen mit elektrischem Betriebe**²⁾. — Unter dem Namen Telpherage ist ein System der Lastenbeförderung mit Hilfe des elektrischen Stromes neuerdings in Vorschlag und zur Ausführung gekommen, welches sich durch Einfachheit und Billigkeit auszeichnen soll. Von seinen Erfindern, Professoren Fleming Jenkin und Perry hat das System den Namen »Cross Over Parallel System« erhalten. Die Drahtbahn besteht aus gleich langen Stücken von Stahldraht, deren Enden in Tragpfosten befestigt sind. Die Drahtstücken stehen abwechselnd mit dem positiven und negativen Pole einer Dynamo-Maschine in Verbindung und tragen einen Zug, der an seinen Enden je eine, unter sich und mit dem Stahldraht leitend verbundene Rolle trägt. Befinden sich die eine dieser Rollen auf dem positiven, die andere auf dem negativen Drahtstück, so wird der elektrische Strom zu der einen Rolle ein- und zu der andern austreten.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1884. Nr. 50. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1885. Litteraturblatt. S. 23.

2) Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. 1886. Bd. XXX. S. 929.

Kapitel XX.

Beleuchtung der Tagesanlagen.

§ 158. **Lampen und Leuchtkörbe.** — Bis vor kurzem waren Öl- oder Petroleumlampen und Leucht- oder Feuerkörbe die einzigen Mittel zur Beleuchtung von Hängebank, Ladebühne, Rätteranlage, sowie der Bahngeleise, Bergehalden und endlich auch der Tagebaue.

Die Feuerkörbe sind naturgemäß auf Kohlengruben viel im Gebrauche; sie haben eine korbähnliche Form, bestehen aus Eisenstäben und werden mit Stückkohlen gefüllt, welche mit Hilfe der durch die Eisenstäbe dringenden Luft verbrannt werden.

Bei ihrer Feuergefährlichkeit sind diese Körbe nur auf freien Plätzen zu verwenden; in der Nähe von Baulichkeiten, oder in diesen selbst wurden bisher vorwiegend Petroleumlampen verwendet, trotzdem diesen mancherlei schwere Übelstände anhaften. Zunächst werden sie durch Zugwind leicht ausgelöscht, sodann ist mit ihrer Anwendung ein sehr starker Konsum von Cylindern verbunden und endlich ist es sehr schwer, die mit der Wartung der Lampen betrauten Arbeiter daran zu gewöhnen, daß sie die Zuglöcher sauber halten und die Dochte glatt abputzen. Die Folge davon ist ein trübes Licht und Beschlagen des Cylinders mit Ruß.

Auch Leuchtgas ist mehrfach angewendet, und zwar in Verbindung mit Siemens'schen Regenerativ-Gaslampen (Heißluftbrennern) auf Zeche Dannenbaum in Westfalen (Petroleumgas) und Heinitz-Schacht III. Durch einen Teil der abziehenden Verbrennungsprodukte wird sowohl das Gas, als auch die Verbrennungsluft vor Eintritt in die Flamme vorgewärmt und dadurch einerseits die Lichtstärke erhöht und an Gas gespart, andererseits in geschlossenen Räumen eine bessere Ventilation erzielt¹⁾.

§ 159. **Elektrisches Licht.** — In neuerer Zeit hat man auf vielen Gruben die elektrische Beleuchtung eingeführt, so beispielsweise auf der Hängebank und den ausgedehnten, überdachten Rätteranlagen der Hauptschächte im Ostfelde der kons. Mathildegrube in Oberschlesien an Stelle der bisher gebrauchten 34 Petroleum- und Rüböllampen²⁾. Das elektrische Licht wird in vier Lampen mit Differentialspule durch eine von Siemens & Halske bezogene dynamo-elektrische Wechselstrommaschine mit Stromgeber erzeugt. Die genannten Lampen ermöglichen die Teilung des elektrischen Lichtbogens. Zum Betriebe der Lichtmaschine dient eine 8 pferdige Dampfmaschine von 235 mm Cylinderdurchmesser mit Vorgelege.

Die vier elektrischen Lampen sind zur Dämpfung der Lichtstrahlen und zur Verhütung dunkler Schatten mit Alabasterglasglocken versehen

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 206.

2) Ebenda. 1880. Bd. 28. S. 253.

und beanspruchen an Betriebskosten pro Stunde Brennzeit für Kohlenstäbchen, Maschinenwärterlohn und Schmiermaterial 65 ₰ ¹⁾, aber ohne Berechnung der Kosten für Dampfverbrauch und Amortisation des Anlagekapitals (8243,64 Mk.), während sich die Unterhaltungskosten der Öllampen pro Stunde Brennzeit auf 140 ₰ stellten.

Auf dem Schachte Anna des Kölner Bergwerksvereines²⁾ wird die dynamo-elektrische Maschine, welche 800 Umdrehungen in der Minute machen muß und ca. $1\frac{1}{2}$ Pferdestärken erfordert, von der Betriebsmaschine der Kohlenwäsche, auf dem Schachte Carl von der Maschine des Guibal'schen Ventilators bewegt. Die Lampen sind Serrin'sche. Einschließlich der erforderlichen Transmissionen stellten sich die Anlagekosten auf ca. 2000 Mk. Die laufenden Kosten an 5×5 mm starken Kohlenspitzen, welche für 6 Stunden reichen, betragen fast genau 20 ₰ pro Brennstunde.

Ferner ist auf der Braunkohlengrube ver. Concordia bei Nachterstedt zur Beleuchtung der Tagebaue in den Abendstunden elektrische Beleuchtung eingeführt worden. Mittelst zweier, durch eine zehnpferdige Dampfmaschine bewegter Rotationsapparate von Siemens & Halske in Berlin werden zwei Flammen von je 4000 Kerzen Stärke erzeugt, deren eine mittelst eines drehbaren großen Reflektors den Tagebau, die andere ohne Reflektor die Aussturzbühne der Förderschächte beleuchtet.

Auf der Grube Nordstern bei Horst in Westfalen ist für Hängebank und Verladeräume eine Beleuchtung mit 18 Edison'schen Glühlichtlampen eingerichtet, welche durch eine Schuckert'sche dynamo-elektrische Flachringmaschine von 5 Pferdekraften betrieben werden und sich durch vorzügliche Leuchtkraft auszeichnen³⁾.

Ebenso wird die Steinkohlen-Separationsanstalt auf Schmiederschacht bei Poremba in Oberschlesien durch Glühlicht erleuchtet. Die hier benutzten 26 Swan'sche Lampen (außerdem 5 in Reserve) werden durch zwei dynamo-elektrische Maschinen gespeist, welche von einer 3pferdigen Dampfmaschine betrieben werden. Jede Lampe hat 12 Stearinkerzen Leuchtkraft und ist ihre Dauer auf 700 Leuchtstunden garantiert. Die gesamten Anlagekosten (ausschließlich der Dampfmaschine) stellen sich auf 3652 Mk., die Unterhaltungskosten pro Lampe und Stunde etwa 2,5 ₰ , wobei allerdings die Kosten für Dampf und Bewartung nicht berücksichtigt sind. Wenn hiernach auch die elektrische Beleuchtung teuer erscheint, so bietet sie doch den großen Vorteil, einmal eines vorzüglichen Lichtes, sodann auch einer geringeren Feuersgefahr.

§ 160. Leuchtöfen⁴⁾. — Bei der Kohlenverladung auf dem Bahnschachte der Königsgrube in Oberschlesien wird ein von dem Berg- und Hütten-

1) Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29. S. 246.

2) Ebenda. 1879. Bd. 27. S. 279.

3) Ebenda. 1883. Bd. 31. S. 203.

4) Ebenda. 1881. Bd. 29. S. 266.

inspektor M. Mühling in Falkenau bei Eger konstruierter Leuchte angewendet. Derselbe besteht aus einem kleinen Gasgenerator mit einem 400 mm breiten Treppenroste. Auf dem ersteren befindet sich eine Esse (dem Cylinder bei Petroleumlampen entsprechend), in deren oberem Teile ein aus zwei Blechcylindern bestehender Brenner so eingemauert, daß zwischen den beiden Röhren ein ringförmiger Raum frei bleibt, durch welchen das im Generator erzeugte Gas ausströmt. Durch vier seitlich in der Esse angebrachte Öffnungen kann die Luft in das Innere des unten geschlossenen Blechcylinders gelangen, während durch vier andere Öffnungen ein Zutritt zu dem äußeren Rohre ermöglicht ist. Die Zuführung der Luft erfolgt also nach Art der Argand'schen Brenner. Zur Füllung des Ofens sind 75 kg Steinkohlen erforderlich, womit die Flamme zwei Stunden lang unterhalten wird. Soll der Ofen länger leuchten, so muß nachgefüllt werden. Die Flamme hat am unteren Ende 18 cm Durchmesser und erreicht eine Höhe bis zu 4 m, ist von weißer, hell leuchtender Farbe und im Betriebe erheblich billiger als Leuchtkörbe.

Litteratur.

- Ch. Combes. Traité de l'expl. des mines. Paris 1844.
 A. T. Ponson. Traité de l'expl. des mines de houille. Liège 1852.
 F. Neumann. Hydraulische Motoren. Weimar 1868.
 von Dücker. Die Seileisenbahn. Separatabdruck aus dem Notizblatte des deutschen Vereins für Ziegelfabrikation. 1871.
 Alfred Evrard. Les moyens de transport appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics. Paris 1872.
 Pernollet. L'air comprimé et ses applications. Paris 1876.
 Hâton de la Goupillière. Cours d'expl. des mines. Paris 1883.
 H. Vogel. Über den Ersatz der Pferde bei der unterirdischen Streckenförderung in ausgedehnten Bergwerken in Preuß. Zeitschr. Band XXXI (1884).
 J. Ritter v. Hauer. Die Fördermaschinen der Bergwerke. 3. Aufl. Leipzig 1884.
 Ch. Demanet. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.
 Eugen Braun. Die Kettenförderung auf horizontaler und geneigter Schienenbahn. Freiberg 1886.

Deutsche Reichspatente.

(1885 — 1887.)

- Kl. 84. No. 29634. C. Fricke in Düsseldorf. Neuerung an Seilbahnen.
 - 84. - 30494. A. W. Mackensen in Schöningen. Neuerung an einer Vorrichtung zur Festklemmung des Zugseiles bei Drahtseilbahnen. (III. Zusatz zum Patent Nr. 22484.)
 - 47. - 30594. A. Engelmann in Hannover. Kuppelung für Drahtseilbahnen. Hanfseile.
 - 5. - 31074. R. Pierre in Herne. Bremsbergeinrichtung für Drahtseilbahnen. Einfallen.

Kl.	5.	No. 31259.	F. Pelzer in Dortmund. Neuerung an Spiralexzentern für Fangvorrichtungen.
-	5.	- 31519.	C. H. Einert in Lugau. Selbstthätiger Schachtverschluß.
-	84.	- 32218.	A. Bleichert in Gohlis-Leipzig. Neuerung an Drahtseilbahnen.
-	84.	- 32669.	A. W. Mackensen in Schöningen. Verankerung der Laufseile von Drahtseilbahnen in der Strecke.
-	5.	- 32768.	Pelzer in Dortmund. Fangrollen mit aufwickelbaren Zahnketten.
-	84.	- 32865.	Roe und Bedlington in Bilbao (Spanien). Neuerungen an Seilbahnen.
-	84.	- 32876.	Th. Otto in Schkeuditz bei Leipzig. Klemm- und Muffenkuppelung für Drahtseilbahnen.
-	84.	- 32932.	E. Fricke in Düsseldorf. (Zusatz zu Nr. 29651.) Neuerung an Seilbahnen.
-	84.	- 32915.	P. Jorissen in Düsseldorf. Neuerung an Seilbahnwagen.
-	5.	- 33481.	C. Wohlfahrt in Bruch bei Recklinghausen. Bremsbergverschluß.
-	5.	- 33483.	N. Sartorius & W. Holzer, Grube Dechen b. Saarbrücken. Schachtfalle.
-	5.	- 33808.	F. Westermann in Herne (Westfalen). Seiltrommel für Fördermaschinen.
-	84.	- 33953.	W. Ellingen in Siegen. Kuppelungsapparat für Drahtseilbahnen.
-	43.	- 33997.	M. Honigmann in Grevenberg bei Aachen. Neuerung am Natrondampfkessel.
-	5.	- 34263.	A. Ernst, Grube Hubert bei Callenhardt (Westfalen). Verschiebbare Haldensturzbühne.
-	5.	- 34343.	J. W. Schüler, Grube Heinitz b. Saarbrücken. Hängestützen.
-	5.	- 35734.	Fr. Steinhoff in Königshütte (O.-S.). Förderung mittelst Kette ohne Ende, deren Glieder mit Laufrollen versehen sind.
-	5.	- 36469.	Haniel & Lueg, Essen-Düsseldorf-Grafenberg. Caps-Einrichtung.
-	47.	- 36198.	D. Müller und E. F. Kamin in Bremen. Verbindungsöse für Treibseile.
-	5.	- 37438.	L. Haas in Stolberg, Rhld. Aufsatzvorrichtung für Förderkörbe.
-	5.	- 37721.	F. M. Hering & Co. in Osterfeld (Ber. Halle). Maschinelle Streckenförderung.
-	5.	- 37722.	F. Eilert in Hamburg. Aufsatzvorrichtung für Förderkörbe.
-	5.	- 37753.	W. Poech in Karbitz (Böhmen). Schachtthüren-Verschluß.

Fünfter Abschnitt.

Fahrung.

§ 1. Einleitung. — Unter Fahrung versteht man die Art und Weise, wie sich Menschen in Grubenbauen fortbewegen, sei es mit Hilfe der eigenen Muskelkraft oder der Maschinenkraft.

Über die Fahrung in Strecken und Abbauen ist etwas besonderes nicht zu erwähnen und wird deshalb in diesem Abschnitte lediglich von der Fahrung in Schächten die Rede sein. Dieselbe geschieht auf Stiegen oder Treppen, auf Rutschbahnen oder Rollen, auf Fahrten und Fahrkünsten, sowie endlich am Förderseile.

Kapitel I.

Fahrung ohne Maschinenkraft.

§ 2. Stiegen oder Treppen. — Die Fahrung auf Stiegen oder Treppen findet immer zweckmäßige Anwendung in solchen flachen Schächten, deren Einfallen zu gering ist, um Fahrten anbringen zu können, während es andererseits zum Fahren auf glatter Sohle zu steil ist.

Wenn es irgend geht, haut man dabei die Treppenstufen im liegenden Gesteine aus, anderenfalls wendet man gewöhnliche hölzerne Treppen an, stets aber ist zur Erleichterung des Fahrens ein Seil oder ein glattes hölzernes Geländer anzubringen.

In der Sierra Almagrera in Spanien hat man Treppen, mit einem Seile am Hangenden, bei tonnlägigen Schächten von 40° bis 60° Einfallen¹⁾.

Wendeltreppen und Treppen mit Podesten findet man vorzugsweise in den älteren Steinsalzbergwerken des Salzkammergutes, in Wieliczka u. s. w.²⁾

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1867. S. 425. 2) Preuß. Ztschr. 1833. Bd. 2. S. 33.

Im allgemeinen sind Treppen sowohl in der Anlage, als auch in der Unterhaltung teurer, als Fahrten, außerdem ist das Fahren anstrengender, weil nur die Muskelkraft der Beine in Anspruch genommen wird, während man auf Fahrten diejenige der Arme zu Hilfe nimmt.

§ 3. **Rutschen oder Rollen.** — Das Fahren auf Rutschen oder Rollen ¹⁾ ist oder war ebenfalls auf älteren Steinsalzbergwerken bei einer Steigung von 30° bis 45° in Gebrauch, so in Ischl, Berchtesgaden u. s. w. Der Fahrende gleitet dabei auf einem glatten Sitze nach abwärts, indem er sich, mit Handschuhen versehen, an einem nicht straff gespannten Seile führt. Zum Ausfahren befindet sich neben der Rutsche eine Stiege. Feuchte Rutschen halten beim Fahren sehr auf, geht dasselbe zu rasch, so bremst man durch Zurücklegen des Oberkörpers.

Fig. 489 zeigt die Einrichtung der Rolle zu Ischl. *a* ist der Sitz- oder Rutschbaum, *bb* sind Räume für die Füße, *c* ist das Führungsseil und *d* die Treppe zum Ausfahren.

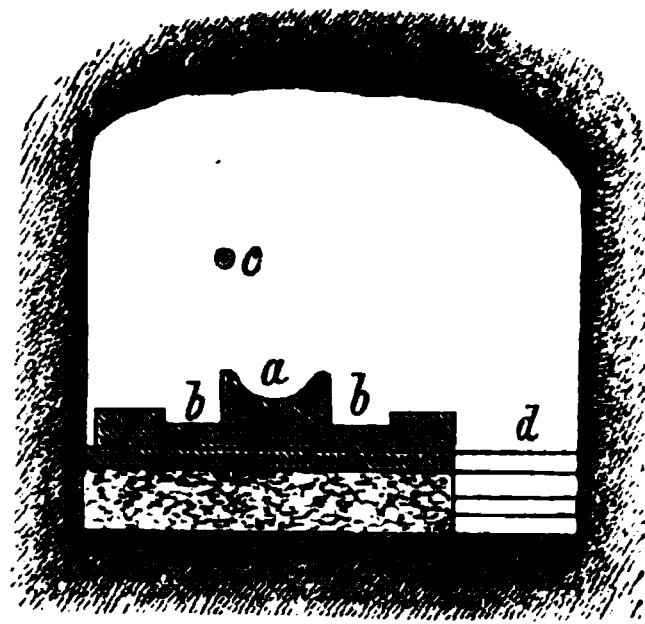


Fig. 489. Ischler Rollen.

Gegenüber den Treppen hat man bei Rollen den Vorteil, daß das Einfahren rascher und bequemer ist. Außerdem werden Treppen gerade beim Einfahren mehr abgenutzt, als beim Ausfahren, weil man bei jenem stärker aufzutreten pflegt.

§ 4. **Fahrten.** — Fahrten sollen in seigeren Schächten nicht mehr als 75° bis 80° Neigung haben, weil man auf steiler stehenden Fahrten sehr rasch ermüdet. 70° ist die bequemste Neigung.

Außerdem sollten die Fahrten nicht länger als 6 bis 8 m sein und auf Ruhebühnen stehen, um den Fahrenden Gelegenheit zur Erholung zu geben; zu starke Ermüdung veranlaßt leicht ein Wegfallen der Fahrenden.

Die Fahrtsprossen müssen so weit frei liegen, daß man mit den Fußspitzen nicht gegen die Zimmerung stößt, was ebenfalls zu Unglücksfällen Veranlassung geben kann. In engen und wenig tiefen Schurfschächten, in denen man die Fahrten wegen Mangels an Raum senkrecht stellen muß, bringt man sie deshalb zweckmäßig in einer der Ecken an ²⁾.

Die Stellung der Fahrten ist am besten eine solche, daß die Fahrlöcher senkrecht unter einander liegen und die Fahrten einander parallel sind. Ist das nicht der Fall, so entsteht die Gefahr, daß der Fahrende beim Abtreten oder beim Wegfallen von der Fahrt in das nächst untere Fahrloch, auf die Kante desselben, oder auf die Spitzen der Fahrtschenkel fällt, was zu schweren Beschädigungen Veranlassung geben kann.

1) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 36.

2) Ebenda. Bd. 2 A. S. 390.

Die Fahrten bestehen aus den Fahrtschenkeln und den Sprossen. Die ersteren sind meistens von Holz, nur an solchen Punkten, wo man ein rasches Vermodern zu befürchten hat, wendet man Fahrtschenkel aus Walzeisen oder Drahtseil an.

Fahrtschenkel aus Tannenholz werden, nachdem die Löcher für die Sprossen hergestellt sind, durch Zerschneiden von runden Stämmen in zwei Hälften hergestellt; die Schnittflächen kommen dabei nach außen.

Die Entfernung der Fahrtschenkel beträgt am Harz 26 cm, an anderen Orten nimmt man sie 32 cm und darüber, vermindert aber mit der größeren Länge die Haltbarkeit der Sprossen, ohne die Bequemlichkeit und Sicherheit der Fahrennden zu erhöhen.

Die Fahrtsprossen dürfen nicht rund, sondern müssen der größeren Haltbarkeit wegen flach sein. Gewöhnlich nimmt man sie an den Enden 52, in der Mitte 78 mm hoch und 20 bis 26 mm stark. Die Entfernung der Fahrtsprossen beträgt zwischen den Oberkanten am Harz 34 cm, sinkt aber an anderen Orten bis 24 cm.

Um das rasche Abnutzen der Sprossen zu verhüten, hat man ihre Oberkanten mit Eisen versehen, und zwar in der Regel in der Weise, daß man in der Oberkante eine halbkreisförmige, 20 mm tiefe Rinne anbringt und runde Eisenstäbe von derselben Stärke einlegt¹⁾, oder, wie auf der Grube Silistria a. Rhein halbrunde Hohleisen auf die Oberkante der Fahrtsprossen bringt²⁾.

Eiserne Fahrtschenkel hat man bisher gewöhnlich aus Flacheisen hergestellt, da sich dieselben aber leicht verbiegen, so dürften solche von \square -förmigem Querschnitte vorzuziehen sein. Zum Schutze gegen das Rosten werden sie mit heißem Teer bestrichen.

Fahrtschenkel aus Drahtseilen³⁾, von B. Osann empfohlen und auf Grube Bergwerks Wohlfahrt bei Clausthal zuerst angewendet, werden am besten zwischen den Bühnen straff gespannt. Die Sprossen stecken zwischen den Litzen.

Auf dem Schachte Pommer-Esche bei Ibbenbüren verwendete man für die unterste Fahrt beim Schachtabteufen — (welche übrigens nach dem Anzünden der Löcher emporgezogen werden kann) — eine eiserne Fahrt, deren Schenkel aus 28 cm langen, um Nietbolzen drehbaren Gliedern bestand und deshalb den sie treffenden Gesteinsstücken nachgeben konnte.

Die Fahrt war 29⁰/₀ teurer, als eine gewöhnliche, erforderte aber während 7 Monaten keine Reparatur⁴⁾.

Der für einen Fahrschacht nötige Raum muß nach allen Richtungen hin mindestens 4 m weit sein.

1) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2 A. S. 390.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 308.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1854. Nr. 27. — Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1853. Nr. 7.

4) Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8. S. 197.

Die Befestigung der Fahrten geschieht durch eiserne Haspen an Einstrichen zwischen den Bühnenlagern (Dumfphölzer oder Fahrtfröschel).

Über jeder Ruhebühne muß die Fahrt 70 cm weit vorstehen, oder es müssen feste eiserne Handgriffe angebracht sein.

Kapitel II.

Fahrkünste¹⁾.

§ 5. **Allgemeines.** — Die Fahrkünste sind im Jahre 1833 von dem Bergmeister Dörell in Zellerfeld am Harz erfunden²⁾ und zuerst im Spiegeltaler Schachte in Anwendung gebracht. Da in tiefen Schächten das Fahren auf der Fahrt die Gesundheit der Arbeiter im besten Mannesalter zerstört, so war die Erfindung der Fahrkünste, zunächst für den harzer Bergbau, von eben so großer Wichtigkeit, als die etwa gleichzeitige Erfindung der Drahtseile. Vom Harz aus haben die Fahrkünste eine rasche Verbreitung gefunden, sind jedoch im Laufe der Zeit vielfach abgeändert und vervollkommenet.

Bei den jetzigen Konstruktionen lassen sich unterscheiden: zweitrümmige und einrümmige Fahrkünste, sowie eine Kombination von beiden.

Die Bewegung der Fahrkünste geschieht entweder indirekt mittelst Krummzapfen und Kunstkreuzen, bezw. Kunstwinkeln, wie am Harz, in Cornwall, in Příbram, oder mit direkt wirkenden Dampfmaschinen, wie in Belgien und Frankreich.

§ 6. **Doppeltrümmige Fahrkünste.** — Die doppeltrümmigen Fahrkünste sind die ältesten und am Harz in ausschließlicher Anwendung gebliebenen. An zwei auf- und abgehenden Gestängen befinden sich Tritte und Handgriffe, welche beim Hubwechsel in gleicher Höhe stehen und ein Übertreten gestatten. Die Entfernung der Gestänge beträgt etwa 70 cm, die Hubhöhe bei den älteren Künsten 100 bis 143 cm, bei den neueren 200 bis 384 cm, die Anzahl der Hübe 6 bis 10 pro Minute.

Die hölzernen Tritte sind bei den älteren harzer Fahrkünsten 26 bis 32 cm im Quadrat und werden mit versenkten Schrauben oder mit Nägeln an gebogenen Tritteisen befestigt, welche ihrerseits am Gestänge ebenfalls mit Schrauben oder Nägeln befestigt sind. Die Handgriffe sind eiserne, an beiden Seiten des Gestänges angenagelte Bügel. Bei den älteren Fahr-

1) v. Hauer. a. a. O. II. S. 786.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1864. S. 365. — Revue universelle des mines. 1859. t. VI. Bd. 379. — Karsten's Archiv. R. II. Bd. 10. S. 199, 202. — Berggeist 1869. Nr. 19.

künsten in tonnlägigen Schächten befinden sich die Tritte auf der hangenden Seite der Gestänge, nur an solchen Stellen, wo hier kein Raum ist, hat man sie auch am Liegenden, dann aber an Tritteisen von solcher Länge angebracht, daß der Fahrende aufrecht stehen kann.

An Stellen, wo Fangvorrichtungen u. s. w. eingebaut sind, können nicht immer Tritte sein und müssen Fahrten benutzt werden. Oberhalb der Ruhebühnen bringt man in seigeren Schächten Griffe und Tritte auf die entgegengesetzte Seite und vermeidet dadurch die Fahrten.

Bei den nach dem Cornwaller Systeme gebauten, von Loam im Jahre 1844 entworfenen Fahrkünsten schließen die Trittbühnen dicht aneinander, sind 47 cm lang, 42 cm breit und zwischen den Gestängen angebracht (Fig. 490).

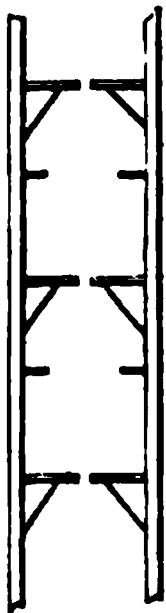


Fig. 490. Fahrkunst nach Cornwaller System.

Nach diesem Systeme ist u. a. die Fahrkunst auf Zeche Gewalt in Westfalen¹⁾ (1852) erbaut.

Warocqué umgab die Bühnen mit Geländern aus Eisenstäben, was jedoch unnötig erscheint, weil Unglücksfälle hauptsächlich beim Übertreten vorkommen, wobei die Geländer geöffnet werden müssen. Die Bühnen (Tritte) sind dabei so groß, daß 4 Mann zugleich — 2 Aus- und 2 Einfahrende — darauf stehen können.

Die Warocqué'schen Fahrkünste, von denen drei zu Mariemont eingebaut wurden, erhielten 3 m Hub und eine Hubzahl von 7 bis 8 in der Minute. Die Bewegung erfolgt durch direkt wirkende Dampfmaschinen mit Kataraktsteuerung.

Die Fahrkunst im Königin Marienschachte bei Clausthal²⁾ hat 3,84 m Hub, macht 3,75 Hübe pro Minute und wird durch eine 50 pferdige Corlißmaschine bewegt. Dieselbe ist 12 Stunden täglich im Gange, konsumiert 1 t Kohle und befördert 300 Mann in 1 Stunde

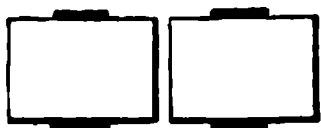


Fig. 491. Tritte und Gestänge an der Fahrkunst im Königin Marienschachte.

40 Minuten auf 652 m Tiefe. Jeder Tritt befindet sich zwischen zwei Gestängen von Flacheisen (Fig. 491) und ist so groß, daß auf jedem ein Aus- und ein Einfahrender stehen kann. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß bei dem Begegnen häufige Unglücksfälle vorkommen, weil es die Arbeiter, veranlaßt durch das größere Gefühl der Sicherheit, welches diese Fahrkunst gegenüber den älteren gewährt, mitunter an der nötigsten Vorsicht fehlen lassen, sich u. a. gar nicht der Handgriffe bedienen und andere Beschäftigungen vornehmen. Man hat deshalb das gleichzeitige Ein- und Ausfahren einschränken müssen.

Die bei letzterem entstehende Gefahr wird sich am besten beseitigen

1, Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 125.

2, Ebenda. 1876. Bd. 24. S. 169.

lassen, wenn die Tritte zum Einfahren auf der einen, diejenigen zum Ausfahren auf der anderen Seite der Gestänge angebracht werden.

Über jedem Handgriffe ist ein Blechdach angebracht, um die auf den Tritten Stehenden gegen herabfallende Gegenstände zu schützen.

Die dicht an einander vorbeigehenden Tritte werden, soweit sie die Schultern der Ausfahrenden berühren können, hier und da zum Aufklappen eingerichtet.

Ist die Entfernung der Tritte an jedem Gestänge gleich der doppelten Hubhöhe, so kann bei kleinen Tritten nur ein- oder ausgefahren werden. Bei einer Entfernung gleich der einfachen Hubhöhe gelangen die Ausfahrenden immer auf die abwechselnden Tritte, während die Einfahrenden die dazwischen befindlichen benutzen können, ohne mit den ersteren in Kollision zu kommen.

§ 7. Eintrümmige Fahrkünste. — Bei den eintrümmigen, oder Fahrkünsten mit nur einem Gestänge, wie sie mehrfach in Westfalen in Anwendung stehen, befinden sich an dem Gestänge Bühnen zum Aufnehmen mehrerer Personen, während an dem entsprechenden Schachtstöße feste Bühnen angebracht sind. Auf die letzteren treten die Fahrenden am Ende jedes Hubes ab, um am Ende des folgenden wiederum auf die Gestängebühnen zu treten.

Bei gleicher Geschwindigkeit und Hubhöhe haben die eintrümmigen Fahrkünste nur die halbe Leistung der doppeltrümmigen, sind auch wegen der ungleichmäßigen Arbeit mechanisch unvollkommener und bedürfen einer besonderen Ausgleichung des Gestängegewichtes¹⁾.

§ 8. Kombiniertes System. — Auf der Grube Sars-Longchamps²⁾ in Belgien dienen die an Gestängen von Flacheisen befestigten Tritte *aa*, (Fig. 492) zum Ausfahren, *cc*, sind bewegliche, zum Aufklappen eingerichtete Tritte zum Einfahren, *ff* die dazu gehörigen festen Bühnen. Der ausfahrende Mann fährt doppelt so schnell, als der einfahrende, da aber zwei eintrümmige Künste zum Einfahren benutzt werden, so gleicht sich die Anzahl der beförderten Mannschaften aus.

§ 9. Andere Systeme von Fahrkünsten. — Im Schachte Saint Vaast zu Anzin hat Méhu³⁾ eine kombinierte Fahr- und Fördermaschine in Anwendung gebracht, die aber weitere Verbreitung nicht gefunden hat.

Fig. 492. Kombinierte Fahrkunst.

¹⁾ Berggeist. 1869. S. 440 ff.

²⁾ Havrez in Revue universelle des mines. t. XIV. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1864. S. 458.

³⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1850. Nr. 4. — v. Hauer, Die Fördermaschinen der Bergwerke. 1874. S. 526.

Ähnliche Vorschläge sind von Warocqué, Guibal, sowie von Schröder¹⁾ gemacht.

Nach einer Angabe von Lorimier²⁾ sollen die Gestänge einer indirekt und doppelt wirkenden Fahrkunst über Tage mit Kolben verbunden werden, welche durch eine Kraftmaschine mit Hilfe von Wasser abwechselnd in die Höhe gedrückt werden, während das letztere beim Niedergange entweicht. Der Erfinder glaubt, ganz leicht 10 Touren pro Minute bei der bedeutenden Hubhöhe von 6 m machen zu können, was einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 1,5 m entsprechen würde.

§ 10. Hölzeren Gestänge. — Die für Fahrkünste benutzten Gestänge bestehen aus Holzstangen, Walzeisen und Drahtseilen.

Da man den hölzernen Gestängen anfänglich eine genügende Haltbarkeit nicht zutraute, so legte Dörell zwischen die zwei Hälften jedes Gestänges zwei Drahtseile. Man hat dieselben indes nicht lange beibehalten, sondern stellt die Gestänge gegenwärtig durch Verkämmen zweier fortlaufenden Hälften auf deren flachen Seiten her. Über jedem Wechsel liegen Eisenschienen, welche durch Schrauben verbunden sind.

Auch die Fahrkünste von Warocqué in Belgien und Loam in Cornwall haben hölzerne Gestänge. Die letzteren bestehen bei 200 bis 300 m Teufe aus nordischem Tannenholze in Stücken von $11\frac{1}{4}$ m Länge und 17 bis 21 cm im Quadrat. Wenn in oberen Teufen ein rasches Vermodern zu befürchten ist, so stellt man das Gestänge hier aus Eichenholz, im übrigen aber aus astfreiem, gesundem und dichtem Tannenholze her.

§ 11. Gestänge von Drahtseilen sind bis jetzt nur auf dem Samsoner Schachte in St. Andreasberg und früher auf dem Schmidtschachte bei Eisleben angewendet.

In St. Andreasberg besteht jedes der beiden Gestänge aus zwei Drahtseilen, welche seit 1869 oben 40 Drähte haben. Bei je 100 m Teufe nimmt die Anzahl derselben um vier ab. Das Gewicht von 1 m Seil beträgt im Durchschnitte der ganzen Länge von 780 m 4,5 bis 5 kg. Die Stützen der hölzernen Tritte, sowie die Handgriffe sind mit beiden Seiten desselben Gestänges verbunden.

Auf dem Schmidtschachte³⁾ hatte man für jedes Gestänge vier Drahtseile von 27 mm Stärke angewendet, welche aus fünf Litzen zu je vier Drähten bestanden.

Um das Schlottern des unteren Endes zu verringern, müssen die Drahtseile genügend beschwert werden.

Derartige Gestänge eignen sich für Schächte mit verschiedener Tonnage und haben den weiteren Vorteil eines geringen Gewichtes.

§ 12. Gestänge aus Walzeisen. — Hölzerne Gestänge haben im allge-

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1866. S. 104.]

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1880. S. 71.

3) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 266.

meinen dieselben Nachteile, wie bei den Schachtpumpen. Man hat deshalb bei neueren Fahrkünsten vorwiegend Eisen angewendet. Auf dem Bolzeschachte bei Eisleben, in Seraing, auf den Gruben Angleur in Belgien und Furth bei Aachen hat man für jedes Gestänge vier runde Stangen, welche die Tritte zwischen sich fassen. Auf den Gruben Gewalt bei Steele und Centrum bei Eschweiler¹⁾ hat man zwei parallele Winkelschienen mit den Rippen nach außen, auf der Grube Zollverein²⁾ in Westfalen vier Winkelschienen angewendet.

Vier flache Eisenschienen finden auf der Grube Oberhausen³⁾, zwei im Königin Marienschachte bei Clausthal (Fig. 494) und im Schachte Luise der Grube Centrum bei Eschweiler⁴⁾ Anwendung.

§ 43. Führungen und Fangvorrichtungen⁵⁾. — Die Führungen durch Lehlager und Rollen sind bei den Gestängen der Fahrkünste dieselben wie bei denjenigen der Schachtpumpen (VII. Abschn., § 64 und 72).

Die Fangvorrichtungen sollen bei etwaigen Brüchen der Gestänge größere Unglücksfälle verhüten.

Bei den neueren zweitrümmigen Fahrkünsten am Harz hat man Fangscheiben angebracht (im Marienschachte in Entfernungen von 64,5 m; nur die oberste liegt 42,6 m unter Tage), welche in einer Ebene mit den beiden Gestängen und auf der den Tritten entgegengesetzten Seite liegen. Über die Fangscheiben sind starke Laschenketten oder gewöhnliche Ketten gelegt, deren Enden mit je einem Gestänge verbunden sind. Bricht eines derselben, so wird es durch die Kette der nächst unteren Fangscheibe am Fallen verhindert, gleichzeitig aber auch das Gleichgewicht auf beiden Seiten erhalten, indem das gesunde Gestänge, welches ohne Fangscheiben mit Übergewicht und beschleunigter Geschwindigkeit niedergehen würde, mit dem zerbrochenen Gestänge verkuppelt bleibt und dasselbe beim Niedergange heben muß. Allerdings ist dabei die Gefahr nicht ausgeschlossen, daß der Stumpf des zerbrochenen Gestänges irgendwo aufsetzt, die Ketten der oberen Fangscheiben abwirft und so deren Wirkung aufhebt.

Die Spannung der Ketten erfolgt am Harz durch Streckschrauben; in Příbram⁶⁾ hat man im unteren Teile der Kette eine Spiralfeder angebracht.

Auf United mines hat Moissenet auf der Innenseite der Gestänge Zahnstangen⁷⁾ angebracht, welche ein Zahnrad zwischen sich nehmen. Das letztere hängt mittelst 5 m langer Stangen an einem kleinen Wagbalken mit

1) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 131.

2) Ebenda. 1860. Bd. 8 A. S. 198.

3) Ebenda. 1861. Bd. 9 A. S. 190.

4) Berggeist. 1869. Nr. 49.

5) Ebenda. S. 86.

6) Beschreibung der neuen Příbramer Fahrkünste in v. Hauer, Fördermaschinen der Bergwerke. 1874. S. 521.

7) Ebenda. S. 504. — Bull. de la soc. de l'ind. min. t. 6. p. 83. — Revue universelle des min. t. 6. p. 224.

Hebelarmen von 0,625 und 2,5 m Länge, deren langer Arm mit etwa 4000 kg belastet ist.

Außer derartigen Vorrichtungen sind noch, wie bei Pumpengestängen, Fangfrösche und Fanglager (VII. Abschn., § 65) angebracht.

Um bei eintrümmigen Künsten eine Ausgleichung des Gestängegewichtes zu erreichen, sind Kontrebalancen über und unter Tage anzubringen ¹⁾.

Bei mehreren Fahrkünsten ²⁾ sind an das Gestänge Kolben angeschlossen, welche in mit Wasser gefüllten Cylindern spielen. Dieselben kommunizieren am unteren Ende, so daß bei einem Bruche das niederfallende Gestänge auf dem Wasser ruht, bzw. von dem aufgehenden Gestänge abhängig bleibt. Diese theoretisch sehr zweckmäßigen Einrichtungen leiden an dem Mangel, daß die regelmäßige Ersetzung der Wasserverluste Schwierigkeiten macht, so daß die Kolbenrohre nicht immer gleichmäßig gefüllt sind. Vielleicht ließen sich derartige hydraulische Fangvorrichtungen in derselben Weise vervollkommen, wie es bei den hydraulischen Caps (S. 395) geschehen ist.

Eine für Fahrkunst- und Pumpengestänge anwendbare Fangvorrichtung hat Kollmann im Wilhelmschachte II der Königsgrube O.-S. angebracht ³⁾. Dieselbe besteht im wesentlichen darin, daß das Gestänge sowohl unter, als auch über dem Bruche durch exzentrische Scheiben festgeklemmt und daß gleichzeitig die Maschine in Stillstand versetzt wird.

§ 14. Anbringen der Fahrten. — Um den Fahren den die Möglichkeit zu geben, jederzeit die Fahrkunst verlassen zu können, hatte man bei den älteren harzer Künsten zwischen den Gestängen eine fortlaufende Fahrt angebracht, welche aber wegen der seltenen und beim Gange der Fahrkunst nicht ungefährlichen Benutzung, sowie wegen der Schwierigkeit, schadhafte Teile rechtzeitig auszuwechseln, gegenwärtig zum größten Teile beseitigt ist und bei den neueren Fahrkünsten überhaupt nicht eingebaut wird.

Kapitel III.

Fahren im Förderschachte.

§ 15. Seilfahrung in Schächten. — Sieht man von dem Fahren in Haspelschächten ab, in denen man wegen Mangels an Raum keine Fahrt anbringen kann (was allerdings nicht vorkommen sollte), und in denen man sich entweder auf einen am Seile befestigten Knebel setzt oder mit einem

¹⁾ Berggeist. 1869. S. 86.

²⁾ Annales des mines. 1845. sér. 4. t. 7. p. 338. — Ponson, Steinkohlenbergbau. Suppl. Bd. 2. S. 336, 337, 339. — Bull. de la soc. de l'ind. min. t. 6. p. 110.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 282. Taf. IX. Fig. 1—4.

Beine im Kübel steht und mit dem anderen den Kübel so lenkt, daß er nicht aufsetzt, so kommt nur noch das Fahren am Förderseile in tieferen Schächten in Betracht. Die Fahrenden befinden sich dabei im Förderkorbe, welcher (am zweckmäßigsten mit Drahtgittern) so verschlossen sein muß, daß während der Fahrt Niemand durch Ausstrecken eines Körperteiles Schaden nehmen kann.

Das Seilfahren war bis zum Jahre 1858 in Preußen verboten, weil man es für gefährlicher hielt, als die übrigen Fahrmethoden. Nachdem indes die Erfahrungen in England ¹⁾ dargethan hatten, daß jene Ansicht nicht in dem Maße berechtigt war, ist die Seilfahrgang, unter Vorschreibung gewisser Schutzmaßregeln ²⁾, auch in Preußen überall gestattet.

Die letzteren bestehen hauptsächlich in täglicher Revision des Förderseiles und aller anderen gehenden Teile, Anwendung von sicheren Bremsen an den Fördermaschinen und guten Fangvorrichtungen, in dem Anbringen eines Blechdaches über dem Korbe, sowie in neuerer Zeit darin, daß man die Enden neuer Seile mittelst hydraulischer Preßpumpen von z. B. 90 000 kg Zugkraft Zerreißungsproben unterwirft ³⁾.

Die Geschwindigkeit bei der Seilfahrgang beträgt in England 3 bis 7 m, in Preußen soll sie 6 m nicht übersteigen..

A. Fangvorrichtungen ⁴⁾.

§ 16. Allgemeines. — Um bei Seilbrüchen die Fördergestelle nicht in den Schacht hinabstürzen zu lassen, sind Fangvorrichtungen angebracht. Dieselben haben den Nachteil, daß sie die tote Last des Seiles mitunter nicht unwesentlich erhöhen ⁵⁾. Auch muß erwähnt werden, daß bis jetzt noch keine der zahlreichen Konstruktionen volles Vertrauen verdient, und außerdem wird von vielen Seiten der Einwand gemacht, daß man bei Vorhandensein einer Fangvorrichtung leicht in die Versuchung komme, den Seilen weniger Aufmerksamkeit zu schenken.

Da jedoch Fälle genug bekannt sind, in welchen Fangvorrichtungen gute Dienste geleistet haben, so wird bis jetzt von Seiten der preußischen Bergbehörde für solche Körbe, welche zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter benutzt werden, eine gute Fangvorrichtung verlangt. Eine gewissenhafte Verwaltung darf deshalb jedoch nicht vergessen, daß »ein gutes Seil die beste Fangvorrichtung ist«, wie denn auch in der Konzession zum Seilfahren

1) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 132.

2) Achenbach, Bergpolizeivorschriften. S. 59 u. 67.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1886. Nr. 11 u. 12.

4) Grundsätze für die Konstruktion der Fangvorrichtungen. Von Julius Ritter v. Hauer in Jahrb. der k. k. Bergakademien. 1884. III. S. 235. — Derselbe, Die Fördermaschinen der Bergwerke. 1884. S. 180.

5) Auf den Freieslebensschächten bei Hettstädt wiegen die Fördergestelle für 4 Wagen nur 800 kg, während sie mit Fangvorrichtung 1250—1300 kg wiegen würden.

durch die preußischen Bergbehörden eine tägliche Revision des Seiles vorgeschrieben ist.

Kommt jedoch Menschenförderung nicht in Betracht, so läßt man die Fangvorrichtung besser fort und verschafft sich genügende Sicherheit gegen Seilbrüche durch öfteres Abhauen des unteren Endes, sowie durch gänzlichablesen der Seile nach $1\frac{1}{2}$ oder 2jährigem Gebrauche (S. 377).

Die meisten Fangvorrichtungen beruhen darauf, daß durch das Förderseil eine Federkraft gespannt wird und daß diese nach eingetretenem Seilbruche einen Mechanismus in Bewegung setzt, welcher das Festklemmen des Korbes an der Leitung zu bewirken hat.

Die früher mehrfach angewendete Einrichtung, bei welcher durch das Seil Gewichte angehoben werden, welche nach dem Seilbruche niederfallen und ein Eingreifen der Fänger bewirken sollen, sind insofern fehlerhaft, als dieser Mechanismus nur dann wirken kann, wenn der Seilbruch beim Aufgange des Korbes geschieht. Beim Niedergange wirkt die Schwere gleichmäßig auf alle Teile des Gestelles und erteilt ihnen lediglich eine fortschreitende Bewegung, mithin können die Gewichte nicht schneller fallen, als die übrigen Teile des Gestelles.

Als Federkraft verwendet man in erster Linie stählerne Federn verschiedener Konstruktion, seltener Gummi und komprimierte Luft.

Ferner ist einleuchtend, daß die Fangvorrichtungen am leichtesten wirken können, wenn der Seilbruch beim Aufgange und außerdem über dem Gestelle eintritt, denn wenn der Bruch beim Niedergange erfolgt, so hat die Federkraft einestheils die mit der Geschwindigkeit vergrößerte lebendige Kraft zu überwinden und muß außerdem das beim Fallen gleichfalls gespannt bleibende, oder gar beim Schleudern sich um die Zimmerung schlingende Seil nachziehen, während im ersten Falle zwischen Aufgang und Niederfallen ein Ruhepunkt eintreten muß, in welchem die Federkraft die denkbar geringsten Widerstände zu überwinden hat. Aus diesem Grunde fallen die Versuche bei allen Fangvorrichtungen günstig aus, weil man dieselben gewöhnlich in der Weise anstellt, daß man das Gestell hoch zieht und dann das Seil auslöst.

Um die Arbeit der Federkraft zu erleichtern, darf deren Hebelarm mindestens nicht geringer sein, als derjenige des Seilzuges¹⁾.

Ferner ist noch der, allen plötzlich wirkenden Fangvorrichtungen gemeinsame, schwere Nachteil hervorzuheben, daß die auf den Gestellen fahrenden Menschen mit einer der niedergehenden Geschwindigkeit entsprechenden Kraft etwa in derselben Weise beschädigt werden müssen, als wenn sie mit gleicher Geschwindigkeit stehend auf einen festen Boden fielen.

Endlich gilt es als Regel, daß die Federn nur bis zu einem gewissen Grade gespannt sein und vor allem nicht die ganze Förderlast tragen dürfen.

1) Selbach in Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 1.

Zu dem Ende muß an allen die Feder spannenden Vorrichtungen eine Hubbegrenzung angebracht sein.

Da die Zahl der für die Fangvorrichtungen vorgeschlagenen Konstruktionen und die einschlagende Litteratur in letzter Zeit sehr bedeutend angewachsen ist, so werden unter Hinweis auf die letztere im folgenden nur diejenigen Systeme besprochen und an einzelnen Beispielen erläutert werden, in welche sich die verschiedenen Fangvorrichtungen bringen lassen. Zum spezielleren Studium werden außer den oben genannten Arbeiten von v. Hauer gleich an dieser Stelle zwei Arbeiten empfohlen, nämlich:

1. Über Fangvorrichtungen an Bergwerksförderungen von Nitzsch, Berggeschwornen a. D. in Berlin. Berlin 1879.

2. Selbach, Kritik der Fangvorrichtungen an Förderkörben in Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 4.

Um die Menschen, welche sich auf einer, in den Schacht hinabstürzenden Förderschale befinden, am Leben zu erhalten, schlägt Wabner¹⁾ vor, im Schachtsumpfe für jedes Fördertrumm einen Luftkompressionsschacht mit widerstandsfähigen Wänden anzulegen.

§ 17. **Einteilung der Fangvorrichtungen.** — Je nach ihrer Wirkungsweise lassen sich die Fangvorrichtungen in zwei Klassen bringen, nämlich in solche, welche

a. plötzlich,

b. mit allmählicher Aufzehrung der lebendigen Kraft wirken sollen.

Außerdem kann man von der großen Zahl der Fangvorrichtungen zunächst diejenigen ausscheiden, welche von vornherein als mehr oder weniger selten angewendet oder auch als unzweckmäßig betrachtet werden können.

§ 18. **Weniger gebräuchliche Fangvorrichtungen.** — Von speziellerer Beschreibung abzusehen ist nach Vorstehendem von folgenden Fangvorrichtungen bzw. Systemen:

1. System Büttgenbach²⁾. — Eine durch Seilzug gespannte Feder treibt beim Reißen des Seiles horizontale Arme heraus, welche sich auf irgend welche Vorsprünge im Schachte aufsetzen. Hierher gehören auch die Fangvorrichtungen von Turner, Grey und Breydon³⁾.

Nach einer Berechnung von Selbach⁴⁾ müßten die Fangarme bei Büttgenbach, um bei einer niedergehenden Geschwindigkeit von 40 m und einem Gesamtgewichte des Korbes von 6000 kg beim Fangen nicht abzubrechen, ein Gewicht von 5800 kg haben.

2. System Ramdohr⁵⁾. Unter dem Korbe ist ein Fallschirm angebracht,

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 265.

2) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 159.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 154.

4) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 32.

5) Ebenda. 1855. Bd. 2. S. 383. — Selbach, ebenda. 1880. Bd. 28. S. 50.

welcher durch den Luftwiderstand nach oben gehen, dabei Fangarme ausstrecken und an den letzteren angebrachte Räder gegen die Schachtzimmerung drücken soll.

Dahin gehört auch die Vorrichtung von Kraus, welche auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen ausgeführt ist ¹⁾.

3. System Eichenauer. — Die Förderkörbe stehen über Tage mit Ketten in Verbindung, welche in kommunizierenden, mit Wasser gefüllten Röhren angebracht sind und sich beim Seilbruche gegeneinander bewegen ²⁾.

4. Vorrichtung von Borgsmüller. — Die Fangklauen sollen durch die auf dem Korbe stehenden Menschen durch Niederziehen eines Hebels zum Eingreifen gebracht werden ³⁾, was in Wirklichkeit schwerlich zu erreichen sein dürfte.

5. Keilfangvorrichtung von Gebr. Eickhoff und Reinhold Ardelt in Bochum ⁴⁾. — Diese in Prinzip und Modell recht gute Fangvorrichtung ist wegen der vielen zerbrechlichen und dem Verschmieren ausgesetzten Rädchen, gezahnten Stangen und Schlitz für den Gebrauch in Schächten nicht geeignet.

6. Die Fangvorrichtungen von Fourdrinier ⁵⁾ und Helling ⁶⁾, sowie diejenige von Merrick, welche für Drahtseilleitung bestimmt ist ⁷⁾. Alle drei beruhen ganz oder zum Teil auf dem unrichtigen Prinzip, wonach das Eingreifen der Fänger nicht durch Federkraft, sondern durch ein niederfallendes Gewicht erzielt werden soll.

7. Bei der in der Praxis noch nicht erprobten, dem Ingenieur Wolf in Zwickau patentierten Fangvorrichtung mit Schraubenbremse ⁸⁾ bewegen sich nach dem Seilbruche zwei Friktionsräder mit ihren Spindeln, von denen die eine mit Rechts-, die andere mit Linksgewinde versehen ist, in schrägen oder gebogenen Schlitz und werden dabei gegen die Leitungsbäume gepreßt, wodurch eine Bremsung des Fördergestelles erreicht wird.

a. Fangvorrichtungen mit plötzlicher Wirkung für Holzleitung.

Hierbei kommen besonders zwei Systeme in Betracht, welche in mehrfacher Konstruktion sehr viel angewendet werden, und zwar die Systeme Fontaine, sowie White und Grant.

1) Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. 1869. S. 499. — Selbach, a. a. O. S. 51.

2) Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. 1869. S. 225. — Selbach, a. a. O. S. 51 — Berggeist. 1869. S. 337.

3) Selbach, a. a. O. S. 53. — Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 159. — Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 79.

4) Selbach, a. a. O. S. 73. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 224. S. 398.

5) Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. Bd. 12. S. 361.

6) Ebenda. Jahrg. 1866. S. 462.

7) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 176.

8) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 143.

§ 19. Die Fangvorrichtungen nach dem Systeme Fontaine beruhen darauf, daß eiserne Fangarme, welche bei gespanntem Seile die Leitbäume nicht berühren, nach erfolgtem Seilbruche durch Federkraft zum ersten Eingreifen gebracht und darauf durch die lebendige Kraft des weiterfallenden Korbes tiefer in die Leitbäume eingedrückt werden.

Als Beispiel¹⁾ für das System diene zunächst Fig. 493. Darin ist *a* ein schmiedeeiserner Balken mit Leitschuhen, *b* der obere Rahmen der Schale, welcher in der Mitte offen und durch Schienen *c* gestützt ist; die letzteren liegen auf *a* und laufen von da beiderseits schräg nach dem Rahmen herab. *g* ist eine unter *b* befestigte Gußeisenplatte, *q* die am Seile hängende Königsstange, welche durch *a* und *b* hindurch geht und unten eine Mutter *o* trägt. Über der letzteren liegt eine Spiralfeder, welche in zwei gegen einander verschiebbare Büchsen eingeschlossen ist. Zweckmäßiger erscheint es, die Federn frei anzubringen, damit sie beobachtet und leicht ausgewechselt werden können. *d* sind die mit *o* drehbar verbundenen Fänger.

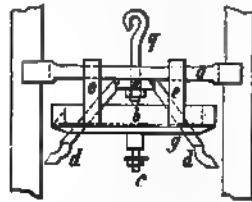


Fig. 493. Fangvorrichtung, System Fontaine.

Fig. 494. Fontaine'sche Fangvorrichtung in Pfibram.

Beim Seilbruche soll die Spiralfeder die Königsstange herabziehen und dadurch die in Einschnitten der gußeisernen Platte *g* ruhenden Fänger zum Eingreifen bringen.

Diese Anwendung nur einer Feder ist nicht zweckmäßig, weil es oft vorkommt, daß nur ein Fänger greift und der andere dann lediglich durch Rückwirkung der Feder angedrückt werden kann.

Bei einem Korbe in Pfibram²⁾ (Fig. 494) hat man deshalb für jeden Fänger eine besondere Feder angewendet.

Auch bei dieser Art von Fangvorrichtungen tritt, allerdings in geringerem Grade, die bei der Büttgenbach'schen erwähnte Gefahr ein, daß die Fänger brechen; man macht sie deshalb so kurz wie möglich. Außerdem werden beim Angreifen der Fontaine'schen Fänger die Leitbäume auseinandergepreßt, so daß man in Fällen, wo die letzteren nicht an den Schachtstößen fest anliegen, besser eine andere Fangvorrichtung wählt.

Auf Zeche Fröhliche Morgensonne bei Wattenscheidt hat man sich in der Weise geholfen, daß man für jeden Leitbaum zwei kurze Fänger auf dem Korbe anbrachte, welche auf beiden Seiten des Leitbaumes eingreifen. Jeder

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 200.

²⁾ Ebenda. S. 204. — Selbach, a. a. O. S. 64.

Fänger hat dabei seine besondere Feder, welche durch Hebelübersetzung vom Seilzuge gespannt wird.

Um das Zersplittern der Leitbäume zu vermeiden, hat man die Fangklauen auf Zeche Alstaden in Westfalen¹⁾ so eingerichtet, daß sie den Leit-

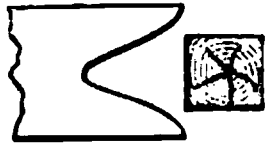


Fig. 495.

Gabelförmige Fangklaue.

baum gabelförmig umgreifen und in die vorderen Kanten der Leitbäume einschneiden (Fig. 495), ein Vorschlag, den auch Lemaire gemacht hat²⁾, nur sind bei ihm die Innenseiten der Zacken parallel und haben kantige, horizontale Leisten.

Zu diesen Fangvorrichtungen gehören auch die Konstruktionen von Scharleygrube in Oberschlesien³⁾, die von Libotte auf Zeche Ruhr und Rhein⁴⁾, von Owen⁵⁾ von Schönemann⁶⁾ u. s. w.

§ 20. Fangvorrichtungen von Lohmann und Calow. — Bei der Fangvorrichtung von Lohmann⁷⁾ sind am Förderkorbe Federn ff' (Fig. 496)

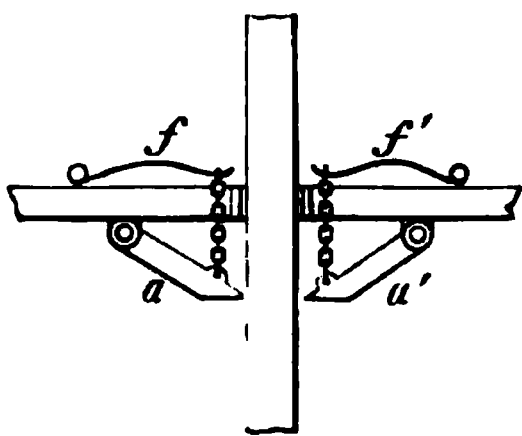


Fig. 496. Fangvorrichtung von Lohmann.

von solcher Spannung angebracht, daß sie, ohne gespannt zu werden, etwa nur das halbe Gewicht der Fangarme $a a'$ tragen können, durch die überschießende Hälfte aber niedergezogen und gespannt werden. Durch den freien Fall des Gestelles nach erfolgtem Seilbruche verlieren die Fangarme ihr Gewicht gänzlich und werden nunmehr durch die Federkraft in die Höhe gezogen.

Auf demselben Prinzipie beruht die Fangvorrichtung von Calow⁸⁾ (Fig. 497). Auf dem oberen Rahmen des Förderkorbes sind zwei eiserne Töpfe a mit der Öffnung nach unten lose aufgestellt. Durch die Töpfe gehen Stangen, welche mit einer Spiralfeder umgeben und am unteren Ende mit den Fängern $b b$, verbunden sind.

Das Gewicht der Töpfe ist der Federkraft so weit überlegen, daß dieselben sich erst dann heben und damit durch Emporziehen der Stange die Fänger $b b$, zum Eingreifen bringen können, wenn Fänger und Töpfe durch den freien Fall ihr Gewicht verloren haben.

Beide Vorrichtungen haben den großen Vorzug, daß sie vom Seile gänzlich unabhängig sind, dasselbe also nach erfolgtem

1) Selbach, a. a. O. S. 69.

2) v. Hauer, a. a. O. II. S. 204.

3) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 80.

4) v. Hauer, a. a. O. II. S. 213. — Selbach, a. a. O. S. 43. Taf. 1. Fig. 21 a u. e.

5) Ebenda. S. 125. — Smyth, Die Kohle in England, französ. von Maurice, Paris 1872. S. 231.

6) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 79.

7) Berggeist. 1867. S. 93. — Selbach, a. a. O. S. 40.

8) Malmedy in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 12. S. 361. — v. Hauer, a. a. O. II. S. 223. — Selbach, a. a. O. S. 40.

Brüche nicht nachzuziehen brauchen. Dennoch hat man die Lohmann'sche Vorrichtung in Westfalen meistens wieder abgeworfen, weil sie schon bei Schwankungen in der Geschwindigkeit des niedergehenden Gestelles eingreift und dadurch häufige Störungen der Förderung veranlaßt.

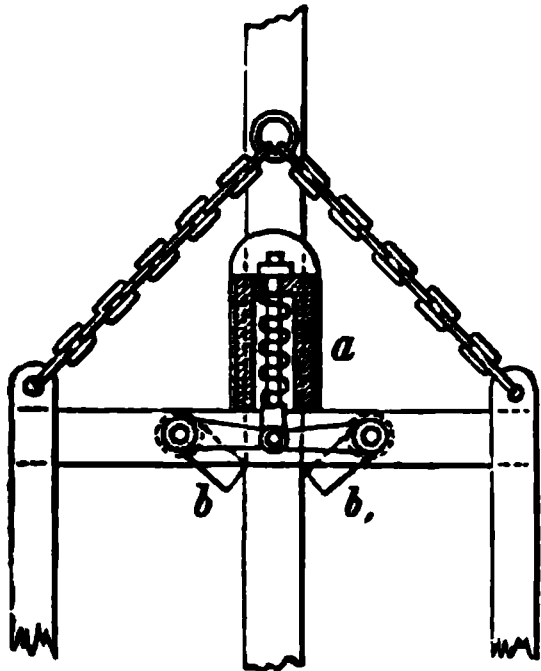


Fig. 497. Fangvorrichtung von Calow.

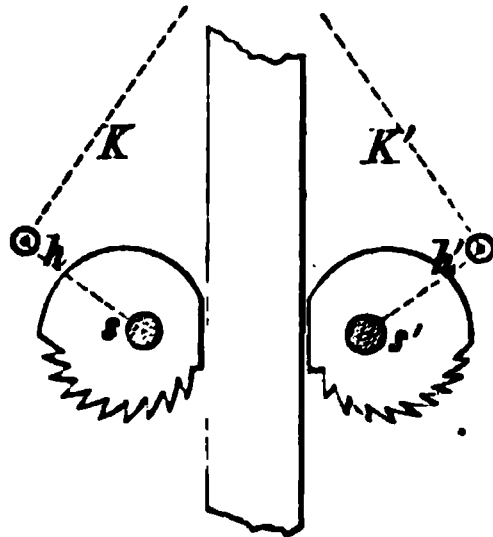


Fig. 498. Fangvorrichtung von White & Grant.

§ 21. System White und Grant ¹⁾. (Excentrics.) — Bei den hierher gehörigen, unter den älteren am meisten angewendeten Fangvorrichtungen werden die Leitungen auf beiden Seiten von gezahnten exzentrischen Scheiben ss' (Fig. 498) gefaßt, welche bei gespanntem Seile durch die Ketten KK' und die Hebel hh' in der durch Fig. 498 dargestellten Stellung gehalten werden. Beim Seilbruche werden durch Federkraft die Hebel hh' niedergedrückt und dadurch die Zähne zum Eingreifen gebracht.

Seitdem man die Erfahrung gemacht hat, daß dabei häufig die ersten Zähne die Leitbäume abhobeln, sich voll Holz setzen und dann, ohne weiter zu fangen, an den Leitbäumen abgleiten, hat man u. a. in Westfalen drei Scheiben aufeinander gelegt, welche um je einen Zahn gegenseitig verstellt sind. Das Gewicht eines solchen Fangapparates ist 200 bis 500 kg, also im Verhältniß zum Korbgewichte sehr bedeutend.

Nach Selbach erfordern die Excentrics eine große Hubhöhe und sind langsam in ihrem Angriffe, so daß der Korb vor dem Eingriffe der ersten Zähne eine zu große Geschwindigkeit erlangt.

Dergleichen exzentrische Scheiben, mit ganz feinen Zähnen versehen und aus hartem Stahle hergestellt, sind auch für eiserne Leitungen verwendbar.

§ 22. Gezahnte Räder. — Anstatt der gezahnten Excentrics hat man auch Fangvorrichtungen mit gezahnten Rädern konstruiert, welche in Folge Emporhebens ihrer Achsen in schrägen Leitungsschlitten an die Führungsbäume gedrückt werden ²⁾.

¹⁾ Dunn, A treatise on the winning and working of the collieries. 1852. S. 127. — Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8. S. 320. — Selbach, a. a. O. S. 70. — v. Hauer, a. a. O. II. S. 205. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 119. S. 322.

²⁾ Selbach, a. a. O. S. 70.

Derartige Apparate greifen sofort, aber je nach dem Winkel, den die Leitschlitz mit den Leitbäumen machen, weniger heftig an, als die Excentrics, wirken deshalb mehr auf allmähliches Anhalten und bedürfen keines besonderen Schutzes gegen das Übertreiben — [welcher bei den Excentrics durch gerade Flächen (Fig. 498) erreicht ist] — weil sich die Räder so lange um ihre Achse drehen können, bis sie am oberen Ende der Leitungsschlitz angelangt sind. Derartige gezahnte Räder hat man auf der Eisensteinzeche St. Andreas bei Hamm a. d. Sieg ¹⁾ den Excentrics vorgezogen. Auch die Fangvorrichtung von Gebr. Eickhoff und R. Ardelt, siehe S. 454, beruht auf demselben Prinzip.

§ 23. **Fangvorrichtung von Hohendahl** ²⁾. — Nach dem Vorschlage von Hohendahl ist durch Leyser an einem Apparate mit Excentrics anstatt der sonst üblichen Stahlfedern komprimierte Luft ³⁾ angewendet und eine solche Fangvorrichtung auch auf der Eisensteingrube Neu-Essen II im Bergreviere Altendorf-Steele eingeführt.

Dabei befindet sich auf dem Gestelle ein unten offener Cylinder, in welchem sich ein dicht schließender Kolben bewegt. Bei der Förderung wird die Luft über dem Kolben komprimiert und wirkt nach dem Seilbruche als Federkraft.

b. Allmählich fangende Vorrichtungen für hölzerne und eiserne Leitungen.

§ 24. **Apparat auf den Zechen Roland und Concordia bei Oberhausen** ⁴⁾. — Hier sind an Stelle der Leitungsbäume Führungsbretter von 26 mm Stärke eingebaut. Dieselben sollen von den (Fontaine'schen) Fangarmen durchgeschlagen und zersplittert werden, bis die letzteren eine Auflage auf den Einstrichen finden. Der dabei erfolgende Stoß wird durch das vorausgehende Zersplittern der Führungsbretter gemildert, wirkt also weniger auf den Bruch der Fangarme hin und ist auch weniger nachteilig für die Fahrenden.

In derselben Weise würde sich übrigens auch die Vorrichtung von Büttgenbach (S. 453) nutzbar machen lassen, welche noch den Vorteil einfacher Konstruktion hat.

§ 25. **Apparat von Zeche Prosper in Westfalen.** — Auf Schacht II der genannten Zeche ist ein Apparat eingeführt, welchem dasselbe Prinzip zu Grunde liegt. Der Fänger umfaßt mit zwei Zacken *a* und *b* (Fig. 499) den

¹⁾ Selbach, a. a. O. S. 66. Taf. II. Fig. 51 *a*, *b*, *c*.

²⁾ Ebenda. S. 46. Taf. I. Fig. 30 *a* und 30 *b*. — v. Hauer, a. a. O. S. 137.

³⁾ Malmedy in Zeitschr. deutscher Ingen. 1869. Bd. 13. S. 499.

⁴⁾ Selbach, a. a. O. S. 33. Taf. I. Fig. 12.

⁵⁾ Ebenda. S. 33.

Leitbaum und hat bei *c* einen dreieckigen Zahn. Beim Fangen drängt sich der letztere in den Leitbaum hinein, dessen Aufspalten jedoch durch die Zacken *a* und *b* verhindert wird. Dabei gleitet der Korb mit verminderter Geschwindigkeit weiter, bis sich die Zacken auf den nächsten Einstrich setzen.

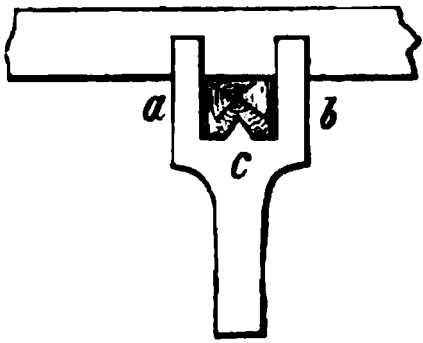


Fig. 499. Fangklaue auf Zeche Prosper.

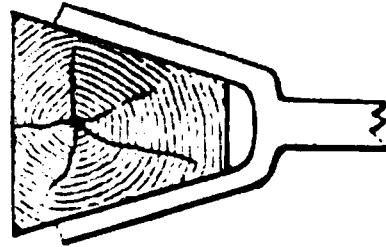


Fig. 500. Fangklaue nach Nyst.

§ 26. **Nyst's Fangvorrichtung** ¹⁾ umgreift gleichfalls gabelförmig den Leitbaum, doch hat dieser einen trapezförmigen Querschnitt (Fig. 500), so daß die Zacken der Gabel lediglich bremsend wirken. Die Fangarme finden, sobald sie in horizontale Lage gebracht sind, eine Hubbegrenzung.

Dieses sehr zweckmäßig erscheinende Prinzip würde auch für eiserne Leitungen anwendbar sein.

§ 27. **Trennung des Korbes von der Fangvorrichtung.** — Um den Stoß beim Fangen zu verhüten, hat man versucht, das Fördergestell so einzurichten, daß es nach dem plötzlichen Eingreifen der Fangapparate noch ein Stück weiter fallen und erst allmählich zur Ruhe kommen kann.

v. Sparre ²⁾ schlägt zu diesem Zwecke vor, auf dem Kopfstücke des Gestelles einen unten mit Stopfbüchse versehenen, oben offenen Cylinder anzubringen, in welchem sich ein, oben mit dem Seile, unten mit dem Gestelle verbundener Kolben bewegt. Unter dem Kolben befindet sich ein Polster von Heu, Seegras, Roßhaar u. dgl. Beim Seilbruche wird das Kopfstück mit dem Cylinder festgehalten, während der Korb mit dem Kolben weiterfällt, bis er auf dem Polster allmählich zur Ruhe gekommen ist.

Bei einer von Menzel in Zwickau angegebenen Vorrichtung ³⁾ setzt sich der weiterfallende Teil mit dem Kolben in einen mit Blei ausgefüllten, durchlöcherten und auf dem gefangenen Teile befestigten Cylinder und preßt das Blei heraus.

Pelzer ersetzt die Luft und das Polster der v. Sparre'schen Vorrichtung durch Wasser (hydraulische Bremse), welches neben dem Kolben entweichen kann, und zwar anfangs leichter, später schwerer, weil die Weite des Cylinders nach unten abnimmt.

§ 28. **Keilfangvorrichtungen.** — Bei diesen Apparaten, welche zu den besten der hier in Rede stehenden gehören und in neuerer Zeit immer mehr Anwendung finden, befinden sich zwischen Gestell und Leitbaum, und zwar

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. II. S. 243.

²⁾ Ebenda. S. 247.

³⁾ Dingler's polyt. Journal. Bd. 227. S. 544. — Selbach, a. a. O. S. 73.

entweder an der Vorderfläche, oder besser an beiden Seitenflächen desselben, eiserne Keile, deren stumpfes Ende nach unten gerichtet ist. Bei gespanntem Seile sind die Keile durch Hebel abwärts gedrückt, beim Seilbruche werden sie durch Federkraft nach oben gezogen, klemmen sich bei weiterem Fallen des Korbes immer fester und zehren so die lebendige Kraft desselben allmählich auf. Bei hölzernen Leitungen sind die Keile auf ihren den Leitungen zugekehrten Flächen bisweilen gezahnt.

Fassen die Keile k den Leitbaum l zwischen sich, wie in Fig. 497, so lehnen sie sich mit der schrägen Fläche gegen Leitschienen s , welche an den Seitenwänden des Gestelles angebracht sind.

Der Mechanismus zum Aufziehen der Keile kann in derselben Weise eingerichtet sein, wie bei allen vorher besprochenen Vorrichtungen.

Bei einer Keilfangvorrichtung von Libotte in Gilly bei Charleroi werden die ge-

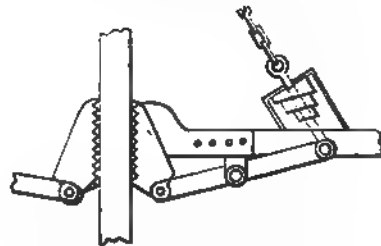


Fig. 501. Keilfangvorrichtung.

Fig. 502. Keilfangvorrichtung von Libotte.

zahnnten Keile von unten in der durch Fig. 502 angedeuteten Weise emporgedrückt ¹⁾.

Zu diesen Apparaten gehört' u. a. der an dem Pinno'schen Förderkorbe ²⁾ angebrachte.

§ 29. Die Fangvorrichtung von Benninghaus zu Sterkrade ³⁾ ist für eine Leitung mit Flügelschienen bestimmt. Auf den Axen DD sitzen zwei Paar exzentrische Scheiben FF (Fig. 503 u. 504), sowie zwei Paar Kettenscheiben KK , welche durch Ketten mit der Traverse C (Fig. 503 und 504) in Verbindung stehen. Außerdem befinden sich auf derselben Achse zwei paar Rollen, auf denen die aus einem Stahlbande bestehende Torsionsfeder T aufgewickelt ist (Fig. 504).

Die Königsstange B schiebt sich durch ein, auf dem Kopfstücke A befestigtes Rohr R , ist oben mit dem Seile, unten mit dem Korb verbunden und mit einer Schraubenfeder S umgeben. In einem Schlitz des Rohres R führt sich die Traverse C , welche durch den Seilzug nach oben geht und da-

¹⁾ Selbach, a. a. O. S. 77.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1870. Bd. 18. S. 40.

³⁾ Selbach, a. a. O. S. 76. — Zeitschr. deutsch. Ingen. 1886. Bd. 30. S. 507.

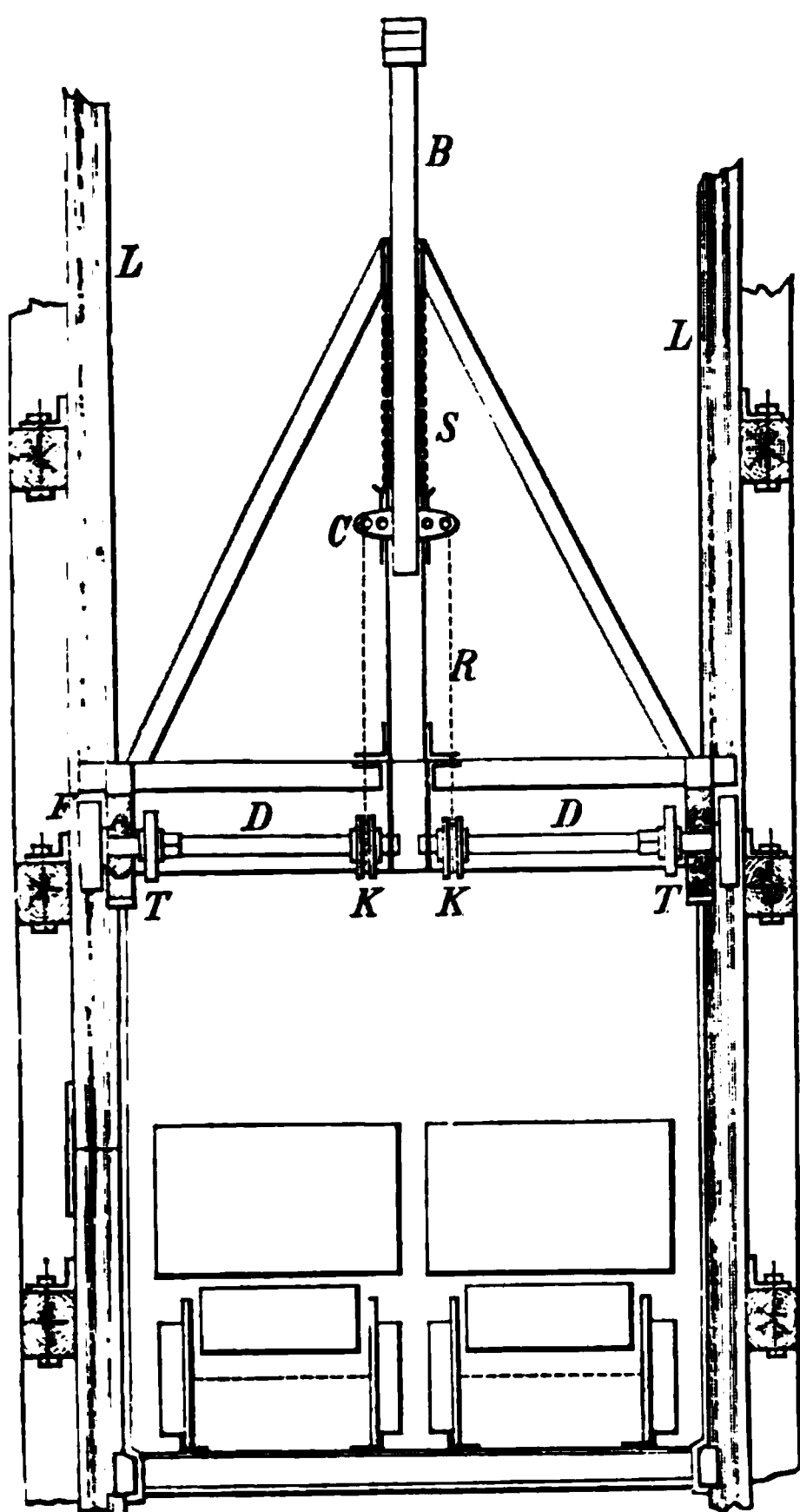


Fig. 503.

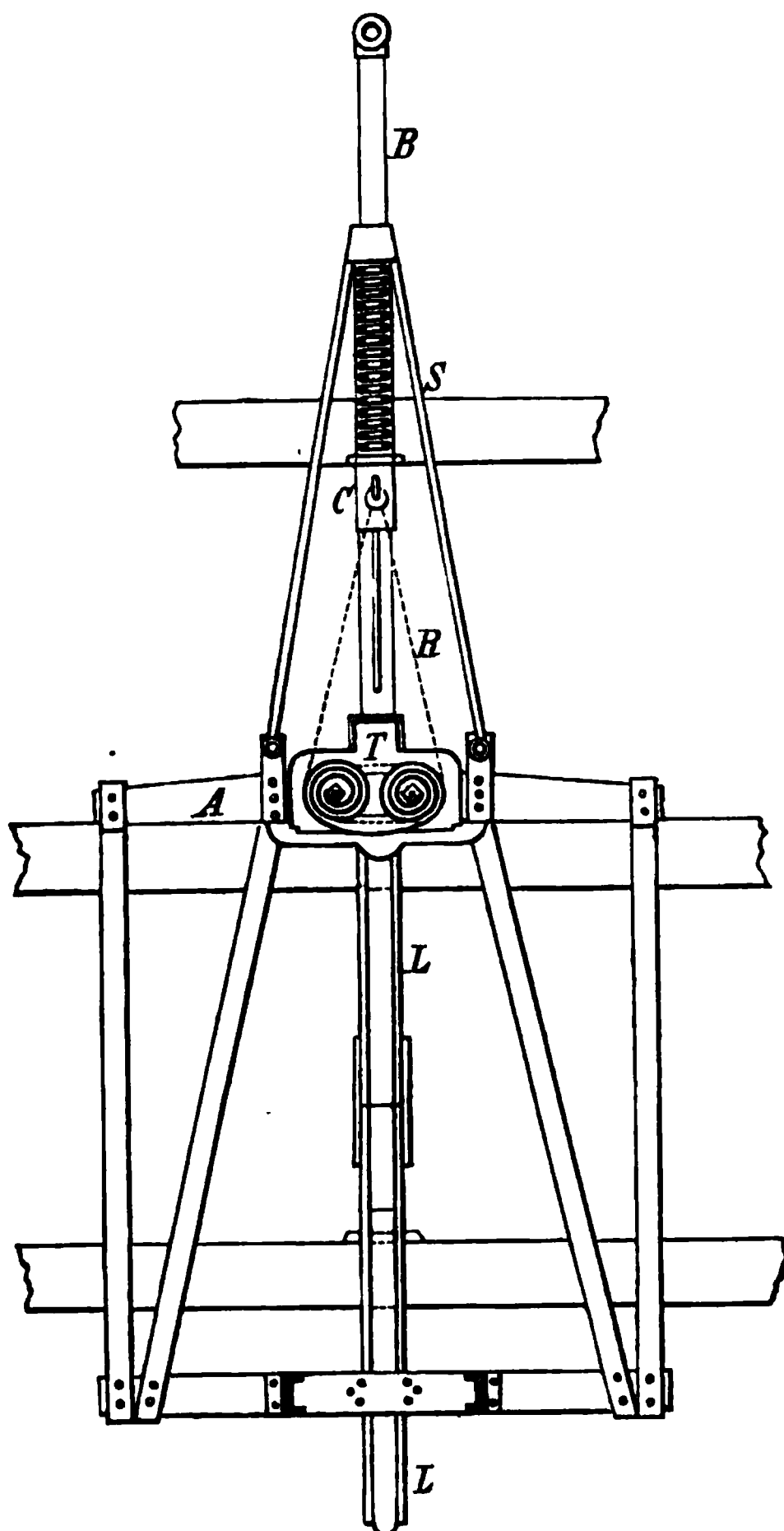


Fig. 504.

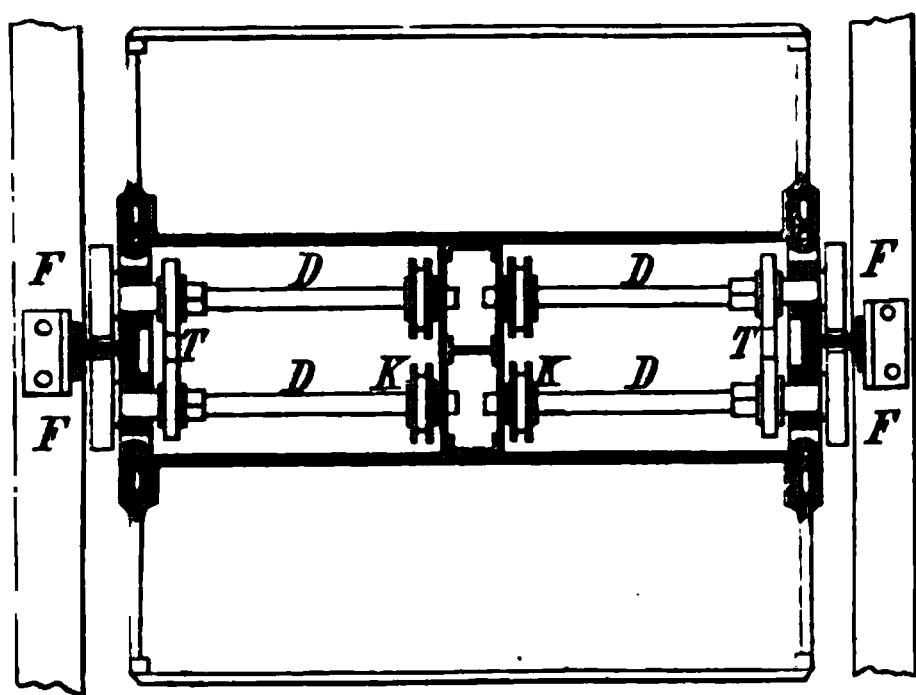


Fig. 505.

Fig. 503—505. Fangvorrichtung von Benninghaus.

bei einerseits die Schraubenfeder *S*, andererseits durch Drehung der Kettenrollen *K* und der Achsen *D* auch die Torsionsfedern *T* spannt, die Excentrics *FF* dabei aber von den Schienen *L* abdrehet.

Beim Seilbruche findet der umgekehrte Vorgang statt, — Königsstange und Traverse *C* werden frei und (durch die Schraubenfeder *S* niedergedrückt, wobei die letztere gleichzeitig das Seilende nachzieht

und dadurch die Torsionsfedern T entlastet, welche nunmehr die exzentrischen Scheiben zum ersten Angriffe bringen. Durch die mit der Geschwindigkeit des fallenden Korbes vergrößerte Reibung werden die Scheiben immer weiter gedreht und immer fester gegen die Schienen gepreßt. Nun sind aber die Lager der Achsen D etwas beweglich, so daß sie durch den oben beschriebenen Vorgang ein wenig abgedrängt werden, gleichzeitig aber durch Zugbänder Bremsbacken gegen den Kopf der Leitschiene drücken; die Fallkraft des Korbes selbst ist also zum schließlichen Festbremsen desselben benutzt.

Der Apparat erfordert indes, bei allen sonstigen Vorzügen, eine sehr genaue Leitung, da die Bremsbacken den Schienenkopf dicht umschließen, und kann in Schächten, in denen die Leitungen sich durch Gebirgsdruck verändern, nicht angewendet werden.

§ 30. **Cousin'scher Fangapparat** (*parachute équilibre*). — Zu den Keilfangvorrichtungen gehört noch der Fangapparat von Cousin¹⁾, welcher seinen Stützpunkt nicht in den Leitungen oder Schachtstößen hat und sich in den Kohlengruben von Anzin sehr bewährt haben soll.

Ein »Sicherheitsseil« geht über zwei Rollen mit beiden Enden bis zur Schachtsohle. Jedes Ende trägt eine Reihe immer schwererer Gewichte, die das Gewicht der Förderkörbe unter Hinzurechnung der durch den freien Fall erlangten Beschleunigung ausgleichen. Das Sicherheitsseil wird durch ein Supplementgewicht über jeder Gewichtsreihe straff gehalten.

Das Gestell trägt eine einfache Keilfangvorrichtung, bei welcher ein, auf einem Ende einen aufwärts gerichteten Keil, am andern eine Feder tragender Querhebel durch letztere in die Horizontale gebracht wird, wenn ihn das Förderseil nach dem Bruche nicht mehr anzieht. Über dem Keile befindet sich eine nach oben konische Hülse, durch welche das Sicherheitsseil frei hindurchgeht. Beim Seilbruche tritt der Keil in die Hülse ein, fesselt das Sicherheitsseil und zieht dasselbe in Folge des Korbgewichtes mit sich, wobei aber gleichzeitig die am anderen Ende hängenden Gewichte nach einander aufgehoben werden, bis die frei hängende Förderlast zum ganz allmählichen Stillstande gebracht wird.

§ 31. **Die Fallbremse des Maschinenfabrikanten Hoppe in Berlin**²⁾ beruht auf ähnlichem Prinzip, ist aber älter als diejenige von Benninghaus.

Der obere und untere Rahmen der Förderschale sind auf den Langseiten durch kreuzweise angeordnete federnde Streben s (Fig. 506) verbunden. An letzteren sitzen, etwas schräg nach unten geneigt, die Stangen a , deren je zwei eine eiserne Bremsbacke b tragen; diese gleiten an dem Stege der Leitschiene l (Fig. 507) und werden beim Seilbruche durch die Stange c mit Hilfe von Federn in die Höhe gezogen, jedoch nur so weit, bis die Arme a

1) Nitzsch, a. a. O. S. 51. Taf. 45. Fig. 4. — Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 234.

2) Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1870. Bd. 44. S. 649. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 378. — v. Hauer, a. a. O. S. 430. — Selbach, a. a. O. S. 68.

nahezu horizontal stehen, weil dieselben dann eine Hubbegrenzung finden. In diese Stellung können die Arme a nur dadurch gelangen, daß die Streben s etwa $1\frac{3}{4}$ cm zurückgedrängt und dabei vermöge ihrer federnden Wirkung gespannt werden. Mit einer dieser Spannung entsprechenden Kraft werden auch die Bremsbacken gegen die Leitschiene gedrückt und durch die damit erzielte Reibung die Förderschale allmählich festgebremst. Die Länge der Stangen a muß häufig reguliert werden, was durch Schraubenkeile erfolgt und zwar in der Weise, daß die Bremsbacken 26 mm unter ihrer höchsten Stellung oder 52 mm unter derjenigen Stellung, wo die Lenkstangen a völlig wagerecht liegen würden, mit der vollen Länge ihrer Bahn die Leitschiene berühren.

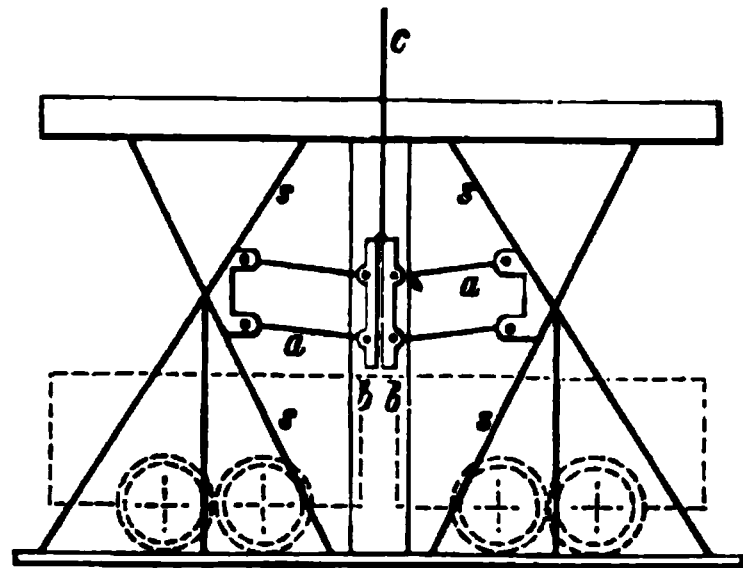


Fig. 506.

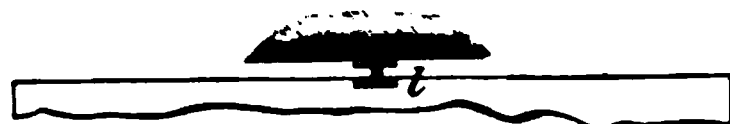


Fig. 507. Fallbremse von H o p p e.

Die Hoppe'sche Fallbremse ist auf Abendsterngrube bei Rosdzin, sowie auf Erbreichschacht der Königsgrube in Oberschlesien eingebaut. Sie ist theoretisch sehr vollkommen, hat aber in noch höherem Maße, als die Benninghausen'sche Excentricbremse, den Nachteil, daß sie eine sehr große Genauigkeit in der Konstruktion, vor allem eine gleichmäßige Stärke des Leitschienensteges und eine sorgfältige Regulierung der Länge und Stellung der Lenkstangen voraussetzt. Auch der Umstand, daß der Korb selbst als Federkraft benutzt wird, erscheint nicht unbedenklich¹⁾, weil der erstere nach längerem Gebrauche in seinen Vernietungen beweglich wird.

§ 35. Die amerikanische Pendelfangvorrichtung von William Sellers und Co. in Philadelphia²⁾ ist bisher nur für Fahrstühle in Gasthöfen u. s. w. angebracht, erscheint aber wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit auch für Fördergestelle geeignet, vorausgesetzt, daß die Schachtstöße nicht druckhaft sind.

Der Leitbaum A (Fig. 508 und 509) ist an der vorderen Fläche mit einer gußeisernen Platte versehen, in welcher sich eine schlangenförmig laufende Furche befindet. Am Seile S hängt der Korb K , welcher durch Leitrollen BB (Fig. 509) gerade geführt wird und an zwei Seitenteilen des oberen Rahmens Aufhängepunkte p für je ein Pendelstück P (Fig. 508 und 510) hat. Dieses greift mit seinem unteren Ende etwas unter den Boden des Gestelles und hat nach oben gerichtete Zähne z , welche ebensolchen, am

¹⁾ Selbach, a. a. O. S. 68.

²⁾ Dingler's polyt. Journal. Bd. 223. S. 44. — Österr. Zeitschr. 1877. S. 138. — Selbach, a. a. O. S. 60.

Gestelle befestigten z' gegenüberstehen. Außerdem ist unten am Pendelstücke ein Führungstift f (Fig. 508 und 509) angebracht, welcher sich in der schlangenförmigen Nut führt. Bei der Förderung wird dadurch P in eine pendelnde Bewegung versetzt, während das Gestell K vermittelt der Rollen BB gerade geführt wird.

Nach einem Seilbruche fällt der Korb rascher, als die durch die Reibung des Führungstiftes in der spiralförmigen Nut behinderten Pendelstücke; die letzteren werden vom Korb eingeholt, wobei sich die Zähne z und z' vereinigen. Von diesem Augenblicke an kann das

Fig. 509.



Fig. 509. Pendelfangvorrichtung.



Fig. 510.

Stück P für sich allein nicht mehr pendeln und würde nunmehr in Gemeinschaft mit dem Korb der Schlangenlinie folgen, wenn nicht die Rollen B eine senkrechte Bewegung erzwingen. Die ovale

Form der Aufhängeöffnung der Pendelstücke (Fig. 510) gestattet zwar noch ein weiteres Fallen, welches aber durch die stärker werdende Reibung zwischen Führungstift und Nutrand einerseits, sowie zwischen Rollen und Leitbaum andererseits, bald aufhört.

Die Steilheit der Nutwindungen¹⁾ richtet sich nach der Fördergeschwindigkeit und würde bei Fördergestellen viel stärker zu nehmen sein, als bei Fahrstühlen, wodurch aber um so mehr ein allmähliches Aufzehren der lebendigen Kraft gesichert sein würde.

§ 33. Die Fangvorrichtung von Koepe²⁾ weicht in ihrem Principe von allen bisher besprochenen wesentlich ab. A ist die Scheibe für das Förder-

¹⁾ Selbach, a. a. O. S. 61.

²⁾ Ebenda. S. 34.

seil SS' , welches durch die Leitscheiben BB' (Fig. 511 und 512) in die Mitte des Schachtes und auf diejenige der Fördergestelle KK' geführt wird. H ist das unter den Körben angebrachte Unterseil. Über die Scheiben C und C' sind schwächere Fangseile s_1 und s_2, s_3 gelegt, von denen jedes mit den entsprechenden Enden t und u , bzw. v und w (Fig. 513) beider Körbe verbunden ist, derart jedoch, daß die Seile nicht straff gespannt sind, sondern etwas Hängeseil haben.

Die Scheiben C und C' der Fangseile ruhen auf zwei in Büchsen eingeschlossenen Pufferfedern D (Fig. 514); ihre untere Peripherie streift mit etwas Spielraum über einem hölzernen

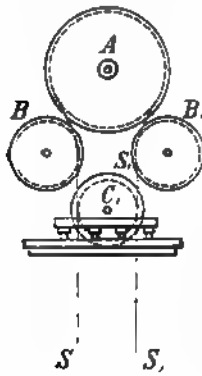


Fig. 511.



Fig. 512.

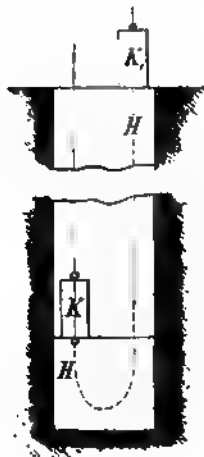


Fig. 513. Fangseile von Köpe.

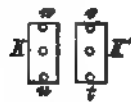


Fig. 514. Troßscheibe mit Bremse zur Köpe'schen Seilfangvorrichtung.

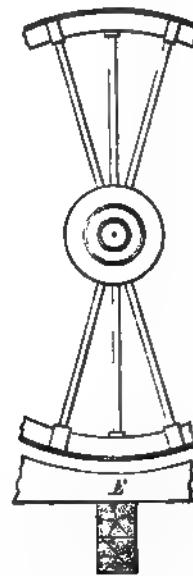


Fig. 515.

Bremsbacken E (Fig. 514 u. 515) hinweg. Reißt das Förderseil, so legt sich die Last in die Fangseile, gleichzeitig werden aber die Seilscheiben unter Nachgeben der Federn D gegen die Bremsbacken E gepreßt und stehen nach einigen Umgängen still.

Der Apparat erscheint sehr sicher; auch das Hängeseil, auf Zeche West-

hausen bei Dortmund etwa 40 mm, dürfte nicht so bedenklich sein, wie von einigen Seiten behauptet ist, weil der dadurch verursachte Stoß durch die Federn *D* wieder ausgeglichen wird. Allerdings läßt sich diese Einrichtung nur dann anwenden, wenn sich das Förderseil stets mit derselben Geschwindigkeit bewegt, was bei Bobinen, Spiralkörben und konischen Körben nicht der Fall ist.

§ 34. **Fangvorrichtung von Busse.**¹⁾ — Auf der Achse der Seilscheibe sitzt eine Seiltrommel, von welcher sich ein mit einem gezahnten Keile auf jedem Fördergestelle in Verbindung stehendes, dünnes Nebenseil auf- und abwickelt. Beim Seilbruche behalten Seilscheibe und Seilkorb wegen ihres Beharrungsvermögens eine Zeit lang die bisherige Geschwindigkeit. Bricht das Seil am aufgehenden Korbe, so bewegen sich der letztere und die die Leitbäume einschließenden Keile in entgegengesetzter Richtung und klemmen sich sehr bald fest, im anderen Falle geschieht dasselbe, weil der Korb die Keile mit beschleunigter Geschwindigkeit einholt.

Versuche in einem etwa 8 m hohen Kohlenaufzuge der Grube Heinitz fielen günstig aus; trotzdem ist es zweifelhaft, ob die Vorrichtung für größere Tiefen anwendbar ist, besonders deshalb, weil es schwierig sein dürfte, beiden Keilen genau dieselbe Geschwindigkeit zu erteilen. Es würde dies, auch wenn die Durchmesser der Seiltrommel und des Seilkorbes, entsprechend der verschiedenen Seildicke, wirklich mit hinreichender Genauigkeit hergestellt wären, nur bei völlig ausgelängtem Förderseile zu erreichen sein.

Ähnlich ist die Vorrichtung von Davis²⁾, bei welcher sich die Keile unten am Boden des Gestelles und zwar mit dem dünnen Ende zwischen diesem und der Leitung befinden.

c. Fangvorrichtung für Drahtseilleitungen.

§ 35. Die Fangvorrichtung von Solfrian³⁾, welche auf der Guidogrube bei Zabrze in Oberschlesien eingeführt ist, scheint von den hier in Betracht kommenden die beste zu sein.

Auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Gestelles ist eine eiserne Platte angebracht, welche sich in einem Schlitz etwas auf und nieder bewegen läßt. Am oberen Ende stehen beide Platten durch ein Querhaupt mit dem Förderseile in Verbindung und schieben bei der Förderung vier starke Schraubenfedern zusammen.

Beim Seilbruche werden durch Stifte, welche an der Platte befestigt sind, mit Hülfe der erwähnten Federn die Enden von 8 Hebeln niedergedrückt, deren je 2 übereinander auf jeder Seite einer Platte angebracht sind. Dieselben umfassen mit den anderen Enden die Seile und drehen sich um

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 23. S. 424. — Selbach, a. a. O. S. 58.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. Leipzig. 1876. S. 74.

3) Selbach, a. a. O. S. 74. Taf. II. Fig. 59 a—d.

Bolzen, welche an den Kanten des Korbes angebracht sind; dabei wird das Seil achtmal geknickt, während bei horizontaler Stellung der Hebel die Leitung ohne Hinderung stattfindet.

Hierher gehören die ähnlichen Vorrichtungen von King¹⁾, sowie diejenige von Cousin²⁾.

B. Sonstige Einrichtungen zur Fahrung im Förderschachte.

§ 36. **Vorrichtung zum Kontrollieren der Förder-Geschwindigkeit.** — Wird beim Ausfahren der Belegschaft mit zu großer Geschwindigkeit gefördert und schließlich, um das Überwinden über die Seilscheiben zu verhüten, plötzlich gebremst, so fliegt der Förderkorb zunächst noch ein Stück in die Höhe, wobei sich »Hängeseil« bildet, und fällt sodann in den Schacht zurück. Da hierdurch Seilbrüche und schwere Unglücksfälle veranlaßt werden können, so sind von mehreren Seiten³⁾ Vorrichtungen zum Messen und Kontrollieren der Fahrgeschwindigkeit (Tachymeter) vorgeschlagen, wie sie in ähnlicher Weise bei den Eisenbahnzügen angewendet werden. Dieselben beruhen darauf, daß bei jeder vollen und teilweisen Umdrehung der Seilkorbachse ein Registrierstift in einen, von einer Wächter-Kontrolluhr bewegten Papierstreifen eingedrückt, bezw. auf demselben hin und her bewegt wird.

An der Fördermaschine auf Dechenschacht I bei Saarbrücken⁴⁾ und Gabrielschacht bei Karwin ist ein Geschwindigkeitsmesser aus der Fabrik von Sombart und Buss in Magdeburg, auf Camphausenschacht I der Grube Dudweiler ein solcher von Gerhard⁵⁾ in Anwendung gekommen. Der letztere ist so eingerichtet, daß er auch einen Zeiger in Bewegung setzt, welchen der Maschinenwärter neben dem Teufenzeiger stets vor Augen hat, so daß er sich jeden Augenblick Rechenschaft über die Peripheriegeschwindigkeit des Förderkorbes geben kann.

Andere Geschwindigkeitsmesser sind konstruiert von R. Jähns in Nippes bei Cöln (D. R. P. No. 44 857), J. Weidtmann in Dortmund und Weig daselbst. Der Apparat von Jähns ist auf Ottoschacht bei Oesede, derjenige von Weidtmann auf Zeche Gneisenau bei Dortmund in Anwendung⁶⁾.

§ 37. **Fahrung mittelst verdünnter Luft.** — Die im IV. Abschn., § 143 beschriebene Fördermethode mit verdünnter Luft ist auch für Fahrung empfohlen und dabei besonderer Wert auf die durch den Fortfall des Seiles erzielte größere Sicherheit gelegt.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1871. S. 420. — Polyt. Zentralbl. 1870. S. 4478.

2) Dingler's polyt. Journal. Bd. 246. S. 370. — Glückauf. 1875. Nr. 40. — Österr. Zeitschr. 1875. S. 435. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 334.

3) Glaser's Annalen für Gewerbe- und Bauwesen. 1884. Bd. XIV. Heft 1. Nr. 457.

4) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 297.

5) Ebenda. 1885. Bd. 33. S. 237. Fig. 45.

6) Ebenda. 1886. Bd. 34. S. 264.

Kapitel IV.

Leistungen der verschiedenen Fährmethoden und Vergleichung derselben.

§ 38. Vergleich zwischen Fahrten und Fahrkünsten¹⁾. — Die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt beim Einfahren auf Fahrten in tonnlägigen Schächten am Harz durchschnittlich 0,346 m (1 Fuß), beim Ausfahren 0,458 m in der Sekunde.

Nach der Formel

$$Z = \frac{t}{s} + (A - 1)$$

berechnet sich (für Fahrten und Fahrkünste) die Zeit in Minuten, welche eine Anzahl von A Männern gebraucht, um einen t m tiefen Schacht zu befahren, wenn s die Geschwindigkeit des Fahrenen in der Sekunde und a die Zeit in Sekunden ist, welche zwischen dem Einfahren zweier aufeinander folgender Männer vergeht.

Es ergibt sich aus dieser Rechnung, daß 25 Mann für einen 200 m tiefen Schacht beim Einfahren gebrauchen:

auf Fahrten.	43,111 Minuten
abwechselnd auf der Fahrt und auf der Fahrkunst	44,964 -
auf der Fahrkunst allein	42,410 -

Die Zeitsparnis ist also verschwindend klein.

Ferner zum Ausfahren:

auf Fahrten	27,42 Minuten
abwechselnd auf Fahrten und Fahrkunst	20,94 -
auf der Fahrkunst allein	12,41 -

Obgleich danach beim Ausfahren auch eine wesentliche Zeitersparnis eintritt, so liegt der Hauptvorteil der Fahrkünste immer in der geringen Kraftanstrengung.

§ 39. Vergleich zwischen Fahrkünsten und Seilfahrung²⁾. — Im allgemeinen braucht der einzelne Mann auf den Fahrkünsten eine längere Zeit und hat mehr geistige und körperliche Kraft aufzuwenden, als beim Seilfahren.

Zum Ein- und Ausfahren brauchen 300 Mann auf der Fahrkunst im Königin Marienschachte bei Clausthal bis zu einer Tiefe von 652 m 100 Minuten.

Bei der Seilfahrung würde man etwa 150 Minuten nötig haben, wenn 6 Mann auf dem Korbe stehen, eine mittlere Geschwindigkeit von 1,5 m in der

1) O. Dörell in Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1860. S. 22 ff. — v. Hauer, a. a. O. II. S. 793.

2) Dittges in Berggeist. 1869. S. 22 ff.

Sekunde und zum Ein- und Aussteigen 1 Minute Zeit angenommen wird. Sobald man jedoch eine größere Anzahl Personen mit jedem Seilzuge befördert, oder die Geschwindigkeit erhöht, gleicht sich das Verhältnis auch in dieser Beziehung mehr und mehr aus. Rechnet man hinzu, daß man bei der Seilfahrun g einer besonderen Anlage überhaupt nicht bedarf, weil in den meisten Fällen die gewöhnlichen Förderanlagen benutzt werden, so ist es erklärlich, daß man der Seilfahrun g auf Kohlengruben meistens den Vorzug vor den Fahrkünsten giebt, obgleich sie den Nachteil hat, daß man während der Fahrzeit nicht fördern kann.

Außerdem darf aber nicht übersehen werden, daß die Seilfahrun g nicht die Möglichkeit gewährt, zu jeder Zeit an einer beliebigen Stelle des Schachtes auf- und abzutreten, wie es bei den Fahrkünsten der Fall ist.

Auf Steinkohlengruben kommt dieser Umstand auch wenig in Betracht, weil man mit jeder Maschine gewöhnlich nur von einer Hauptsohle fördert und hier auch die meisten Arbeiter beschäftigt hat. Ganz anders aber liegt die Sache bei den meisten Gruben des Gangbergbaues, wo es die Natur der Lagerstätten mit sich bringt, daß man eine größere Anzahl von Bau- sohlen in Betrieb haben muß, welche unter sich, sowohl für einzelne Arbeiterklassen, als auch für die Beamten, in Verbindung bleiben müssen. Auch kommt hinzu, daß man beim Gangbergbau eine größere Zahl von Arbeiterkategorien mit ganz verschiedener Schichtdauer hat. Die Fahrkunst gestattet jedem Manne, zu seiner Schichtzeit nach und von jedem beliebigen Punkte ein- und auszufahren, beim Seilfahren würde dieses, wenn die bestehenden Sicherheitsvorschriften beobachtet werden sollen, selbst dann kaum möglich sein, wenn man eine besondere Förderanlage lediglich für Seilfahrun g bestimmen wollte, um die häufigen Störungen der Förderung zu vermeiden.

In sicherheitspolizeilicher Hinsicht ist zu bemerken, daß die Gefahren der Fahrkunst sich — von seltenen Ausnahmen abgesehen — durch Besonnenheit und Aufmerksamkeit der Fahrenden vermeiden lassen, während man bei der Seilfahrt von der Güte des Seiles und von der Zuverlässigkeit und Aufmerksamkeit des Maschinenwärters und anderen Zufälligkeiten ausschließlich abhängt.

Dennoch ist die Wahrscheinlichkeit der Gefahr bei Seilfahrun g nicht so groß, als es hiernach scheinen könnte, denn nach genauen statistischen Erhebungen kamen in Preußen in den Jahren 1853—1867:

auf 1000 Mann	bei eintrümmigen Fahrkünsten	0,748
	bei zweitrümmigen	- 0,551
	durchschnittlich auf Fahrkünsten	0,658,

bei der Seilfahrt dagegen von 1860—1867 nur 0,239 Verunglückungen vor, so daß sich das Verhältnis der Gefahr bei Seilfahrun g und Fahrkünsten hiernach auf

1 : 2,753 stellt.

Im Oberbergamtsbezirke Dortmund allein war das Verhältniß der Unfälle zwischen Seil und Fahrt 1 : 1,125, also wiederum günstiger für die Seilfahrgang.

In England sind beim Seilfahren auf 1000 Mann 0,36, im Königreich Sachsen 0,349 Verunglückungen vorgekommen.

Litteratur.

Karsten's Archiv. 1837. Bd. 10. S. 199 (Oberharzer Fahrkünste von Dörell).
Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. 1855. S. 257 (Ältere Fahrkunst in Pöbram von J. v. Hauer); 1878. S. 257 (Fahrkunst im Mariaschachte bei Pöbram von Meyer).

Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 1845. Bd. 4. S. 961 (Über Fahrkünste von Delvaux de Fenffe); 1850. Bd. 9. S. 661 (F. v. Warocqué); 1857. Bd. 16. Nr. 20 (Fahrk. der Zeche Zollverein); 1861. S. 365 (Über die Priorität der Erfindung der Fahrkünste); 1866. S. 104 (Fahrmaschine von Schröder); 1867. S. 185 (Fahrk. der Zeche Zollverein).

Zeitschr. für d. B.-, H.- u. S.-Wesen i. Preuß. Staate. 1854. Bd. 4. S. 120 (Fahrkunst der Grube Gewalt von Lottner); 1861. Bd. 9. S. 190 (Fahrk. der Grube Oberhausen); 1869. Bd. 17. S. 88 (Fahrkünste); 1871. Bd. 19. S. 286 (Mansfelder Fahrkünste); 1875. Bd. 23. S. 117 (Warocqué's Fahrk.); 1876. Bd. 24. S. 169 (Neue Fahrkunst im Marienschachte b. Clausthal); 1879. Bd. 27. S. 245 (Förderung mit Gestängen von Houdaille); 1880. Bd. 28. S. 342 (Fahrkunst in Hostenbach von v. d. Kall); 1881. Bd. 29. S. 35 (F. v. Warocqué).

Wochenschrift deutscher Ingenieure. 1880. S. 99 (Fahrkunst von Lorimier).

Des échelles mobiles, dites Fahrkunst. Leur inventeur Hubert Sarton de Liège. Liège 1860.

Deutsche Reichspatente.

- Kl. 5. Nr. 31387. H. Bock in Apolda. Fangvorrichtung für Schraubenbremse.
- 5. - 36088. C. Hagemann. Fangvorrichtung.
- 5. - 36948. W. Castendyk in Harzburg. Fangvorrichtung.

Sechster Abschnitt.

Grubenausbau.

§ 1. **Allgemeines.** — Der Abschnitt »Grubenausbau« wird von denjenigen Mitteln handeln, welche man anwendet, um das Einstürzen der offen zu erhaltenden Grubenräume zu verhindern.

Zunächst geschieht dies mit denselben Mitteln, durch welche die Spannung (vergl. II. Abschnitt, § 2) vergrößert, bzw. erhalten wird, also dadurch, daß man die Grubenräume nicht unnötig weit macht, die Ecken in denselben stehen läßt, und ihre Form rund oder gewölbt gestaltet. Auch gehören hierher: Das Verfüllen der ausgehauenen Räume mit Bergen, ferner die Sicherheitspfeiler, die Bergfesten, das Hereinwerfen von druckhaften Gesteinsschichten, wenn darüber feste, haltbare anstehen u. s. w.

Reicht alles dieses nicht aus, um den angestrebten Zweck zu erreichen, so muß der eigentliche Grubenausbau in Holz, Eisen und Stein eintreten.

Auch sind diejenigen Mittel zu erwähnen, welche den Zweck haben, das Ablösen von Gesteinslasten dadurch zu verhüten, daß man den Einfluß der Atmosphärien und damit die Verwitterung abhält, so besonders das mehrfach mit Erfolg angewendete Bewerfen und Verstreichen von Gesteinswänden mit hydraulischem Mörtel oder mit Luftmörtel¹⁾, ferner das Ausstampfen der Sohle mit einer handstarken Schicht von Steinstückchen bei quellendem Liegenden, wobei der Luftabschluß das wichtigste zu sein scheint²⁾. Auf Halberstädter Gruben hat sich das letztere Verfahren nicht bewährt. Günstige Erfolge erzielte man auf Zeche Dorstfeld dadurch, daß Pflastersteine in eine 8 bis 10 cm dicke Lage von Kohlenasche gesetzt wurden, wodurch man gleichzeitig eine gute Sohle für Pferdeförderung gewann³⁾.

1) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2. S. 29; 1860. Bd. 8. S. 181; 1872. Bd. 20. S. 361.

2) Ebenda. 1855. Bd. 2. S. 359; 1860. Bd. 8. S. 182.

3) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 361.

Auch der wasserdichte Ausbau wird in diesem Abschnitte besprochen werden, weil derselbe nicht allein das Wasser absperrern, sondern auch den Gesteinsdruck aufnehmen soll, während die Verdämmungen, weil sie lediglich den Zwecken der Wasserhaltung dienen, nicht hier, sondern im VII. Abschnitte Aufnahme gefunden haben.

A. Zimmerung oder Ausbau in Holz.

Kapitel I.

Material und Gezähe.

§ 2. **Die verschiedenen Holzarten.** — Das bei der Zimmerung anzuwendende Material ist Laub- und Nadelholz. Im allgemeinen unterscheiden sich beide Holzarten dadurch, daß Laubholz einen festen Kern und ein weiches Äußere hat, während Nadelholz sich umgekehrt verhält; letzteres hat außerdem einen geraderen Wuchs als Laubholz. Aus diesem Umstande ergibt sich in vielen Fällen die Notwendigkeit, das Laubholz zu beschneiden oder zu beschlagen, wodurch man gleichzeitig seine weicheren Teile entfernt, dasselbe also gegen das Verfaulen widerstandsfähiger macht, während das Beschneiden und Beschlagen des Nadelholzes meistens nicht erforderlich und möglichst zu vermeiden ist, um dasselbe durch Erhaltung des festen Äußeren gleichfalls widerstandsfähiger zu machen.

Die für die Grubenzimmerung wichtigsten Holzarten sind: Eiche, Buche, Fichte, Kiefer, Lärche. Als vorzüglichstes Grubenholz gilt die Akazie, jedoch wird sie nur in solchen Gegenden verwendet, wo sie in größerer Menge wächst.

Im allgemeinen ist dasjenige Holz das beste, welches am dichtesten oder bei geringerer Dichtigkeit am harzreichsten ist. Aus diesem Grunde stehen unter den Laubhölzern Akazie und Eiche, Steineiche (*Quercus robur*), Stieleiche oder Waldeiche (*Quercus pedunculata*), unter den Nadelhölzern Lärche (*Pinus larix*), Kiefer oder Föhre (*Pinus sylvestris*), und Fichte oder Rottanne (*Pinus picea*) voran, während u. a. die Weißtanne (*Abies pectinata*) weich, nicht harzreich, leicht spaltbar, elastisch und deshalb kein gutes Grubenholz ist. Auch die Fichte ist nur dann unter die besseren Hölzer zu zählen, wenn sie auf magerem Boden, also langsam gewachsen, und deshalb dicht ist.

Außer diesen Eigenschaften kommt aber auch der Preis des Holzes wesentlich in Betracht. So verwendet man die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) trotz ihrer geringen Haltbarkeit in großen Mengen an solchen Punkten, wo

sie nahe bei der Grube wächst und deshalb wegen der geringeren Transportkosten preiswert ist. Weißbuche oder Hainbuche zeichnet sich durch Zähigkeit aus und wird deshalb vorwiegend für Gezähehelme benutzt.

Alle anderen Laubhölzer, wie Pappel, Esche, Weide, Erle u. s. w. sind für die Grubenzimmerung zu weich.

Eichenhölzer sind bei einem Alter von 300 bis 400, Nadelhölzer von 100 Jahren am besten.

§ 3. Dauer des Holzes. — Was die Dauer des Holzes anbetrifft, so ist Eichenholz (abgesehen von der Akazie) das haltbarste; es widersteht am besten dem Drucke und ist im Wasser unzerstörbar, unter gewöhnlichen Verhältnissen dauert es 30 bis 40 Jahre.

Beim Braunkohlenbergbau in der Provinz Sachsen beträgt die Dauer des Nadelholzes ohne besonderen Druck 4, im Erzgebirge 5 bis 6 Jahre, am Harz in feuchtwarmen Wettern 2, unter günstigen Verhältnissen 10, 20 und 30 Jahre. In versoffenen und wieder aufgeschlossenen alten Bauen hat man Fichtenholz nach über 200 Jahren hart und gesund vorgefunden (Grube Alter Deutscher Wildemann am Harz).

§ 4. Umstände, von denen die Dauer des Holzes abhängt. — Im allgemeinen hängt die Dauer des Holzes ab:

1. von dem Gebirgsdrucke,
2. von solchen Umständen, welche auf die Zersetzung des Holzes Einfluß haben.

Der Gebirgsdruck läßt sich mitunter durch die weiter oben schon erwähnten Mittel (runde oder gewölbte Form der Grubenräume, zeitiges Hereinwerfen druckhafter Gesteinsschichten) verringern, außerdem auch dadurch, daß man die Zimmerung nicht zu spät einbringt, also nicht etwa erst dann, wenn die Gebirgsschichten sich schon teilweise aus ihrem natürlichen Zusammenhange gelöst haben.

§ 5. Zersetzung des Holzes. — Die Zersetzung des Holzes erfolgt entweder durch Verfaulen (nasse Fäulnis), oder durch Vermodern (trockene Fäulnis).

Das Verfaulen tritt am ersten bei Abwechselung von Nässe und Trockenheit ein, außerdem in solchen Fällen, wo Wasser in das Innere des Holzes eindringen kann, sodann durch Berührung mit faulenden organischen Substanzen, stets aber ist die Ursache eine äußere.

Der Vermoderungsprozeß des Holzes beginnt, wie bei allen organischen Körpern, mit der Zersetzung der flüssigen Bestandteile, also der Säfte, wirkt erst in zweiter Linie ansteckend auf die feste Holzmasse und wird besonders durch feuchtwarme Luft begünstigt. Alle Mittel, die Vermoderung aufzuhalten oder gänzlich zu beseitigen, laufen deshalb darauf hinaus, entweder die Säfte möglichst zu entfernen, bezw. fern zu halten, oder die äußeren Einflüsse zu beseitigen, indem man die Luft abzuschließen und deren Temperatur möglichst niedrig zu halten sucht.

Um die Säfte fern zu halten, fällte man bisher das Holz nur zur Winter-

zeit. Nach neueren Untersuchungen ist jedoch der Saftgehalt im Sommer und Winter gleich, was vielleicht damit erklärt werden kann, daß der Saft im Winter zwar nicht zirkuliert, aber auch nicht aus dem Holze zurücktritt.

§ 6. Entfernen der Säfte und Aufbewahrung des Holzes. — Wichtiger und erfolgreicher sind die Bemühungen, die Säfte zu entfernen, und zwar durch einfaches Austrocknen an der Luft. Saftiges, grünes Holz vermodert in der Grube sehr bald, man muß deshalb immer einen genügenden Holzvorrat auf der Halde haben und denselben so aufbewahren, daß die Luft ihn frei durchstreichen und austrocknen kann. Rundholz wird zu diesem Zwecke in Schränke, d. h. rechtwinklig übereinanderliegende einzelne Lagen gebracht. Lange Stämme legt man ebenfalls in Schränke oder in parallele Lagen, legt dann aber rechtwinklig zwischen die einzelnen Lagen Pfähle oder schwaches Rundholz am starken und schwachen Ende ein. In derselben Weise werden Pfähle aufbewahrt.

Zur bequemeren Kontrolle über den Verbrauch und Bestand schichtet man jede Holzart für sich auf, legt in jede Reihe eine bestimmte Zahl von Stämmen und bringt an jedem Schranke eine Tafel an, auf welcher die Sorte, sowie die Anzahl der Stämme verzeichnet sind.

Geschnittene Holzmaterialien werden in verschließbaren und luftigen Magazinen aufbewahrt, und ebenfalls mit Zwischenlagen so geschichtet, daß die Luft durchstreichen kann.

Versuche, die Säfte durch Auswaschen in fließendem Wasser, wobei man das Holz mit dem Stammende gegen den Strom legte, oder durch Auslaugen mit eingepreßten Dämpfen zu entfernen, haben sich für die Anwendung im Großen nicht bewährt.

§ 7. Erhaltung des Holzes durch Zuführung frischer Wetter, Anstreichen und Verkohlen. — Da die Zersetzung der Säfte durch feuchtwarme Luft befördert wird, so ist das nächstliegende Mittel, die letztere zu beseitigen, ein guter Wetterzug. Allerdings kann sich die günstige Einwirkung desselben nicht immer auf sämtliche Grubenbaue erstrecken, denn die zugeführten frischen Wetter werden sich auf ihrem Wege immer mehr erwärmen und Feuchtigkeit aufnehmen. Auch ist es selten möglich, alle Baue mit einem gleich lebhaften Wetterzuge zu versorgen.

Besonders im ausziehenden Wetterstrom ist es deshalb wichtig, die Fernhaltung der äußeren schädlichen Einflüsse auf das Grubenholz noch durch andere Mittel anzustreben. Das Anstreichen desselben mit Steinkohlenteer, Mastixteer und Firnis¹⁾ hat sich im Großen nicht bewährt, da es nur bei ganz trockenem Holze wirksam ist, und überdies einen verderblichen Einfluß auf die Wetter ausübt.

Oberflächliches Verkohlen solcher Holzteile, welche in feuchten Gebirgsmassen (nassem Thone etc.) stehen sollen, erscheint dagegen zweckmäßig sobald es mit fertig geschnittenen Hölzern vorgenommen werden kann.

1) Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8 A. S. 180.

In den Hauptförderstrecken am Porembaschachte der Königin Luisengrube bei Zabrze O.-S. hat man mit gutem Erfolge die neu eingebauten Thürstöcke mit Kalkmilch überstrichen¹⁾.

§ 8. **Bewässerung.** — Als praktisch bewährtes Mittel zum Fernhalten äußerer Einflüsse, welches in größerer Ausdehnung und mit Erfolg anwendbar ist, muß das Bewässern, d. i. das stete Naßhalten des Holzes, hervorgehoben werden. Dieses Verfahren ist seit dem Jahre 1816²⁾ in ausgedehntem Maße am Harz, außerdem auch in Joachimsthal, Neurode (Schlesien), im Breisgau u. s. w. in Anwendung und wirkt in doppelter Weise, einmal, indem durch die Umhüllung mit einer Wasserschicht die Luft abgeschlossen, außerdem auch durch die stete Verdunstung eine Abkühlung der das Holz umgebenden Luftschicht erzielt wird.

Das Bewässern der Zimmerung ist am bequemsten und vollkommensten in Schächten zu erreichen. Man bringt zu dem Zwecke im Fahrtrümme einen Röhrenstrang aus Holz, oder, wie es in neuerer Zeit geschieht, aus Zinkblech an, und versieht denselben an geeigneten Stellen mit sogenannten Spritzkegeln, d. h. mit ca. 40 cm langen Rohransätzen, welche am vorderen Ende ein feines Loch haben. Hölzerne Spritzkegel sind zu dem Zwecke mit einem abgedichteten Stückchen Zinkblech benagelt, in welchem sich das Loch befindet. Der aus letzterem hervorschießende Wasserstrahl wird auf solche Stellen gerichtet, von denen aus er sich abwärts weiter verbreiten kann, und hat man demnächst durch Anbringen von Traufbrettern weiter dafür zu sorgen, daß das abtropfende Wasser gleichmäßig verteilt wird. Da, wo das Wasser abnimmt, muß ein neuer Wasserstrahl angebracht werden.

Das Bewässern der Streckenzimmerung ist umständlich, unvollkommen und deshalb auch weniger in Gebrauch. Dagegen läßt sich in solchen Strecken, in denen sich die Wasserseige unter dem Tragewerke befindet, die Dauer des letzteren damit verlängern, das man durch Anbringen von Dämmen das Wasser bis nahe an die Oberkante des Tragewerkes aufstaut.

Das Bewässern der Streckenzimmerung mittelst Schaufeln aus der Wasserseige hat nur dann den gewünschten Erfolg, wenn es häufig wiederholt wird. Läßt man das Holz inzwischen trocken werden, so unterbleibt das Bewässern besser gänzlich.

§ 9. **Äußerliche Anwendung von Kochsalzlösung.** — Nachdem man mehrfach die Erfahrung gemacht hat, daß das Holz in Steinsalzgruben der Zersetzung sehr lange Zeit widerstand, hat man mit Erfolg versucht, das Holz durch Bestreichen mit gesättigter Salzlösung mit einer Salzkruste zu überziehen. Am besten geschieht dies nach der Herrichtung der einzelnen Holzteile, damit auch die frischen Schnitt- oder Hiebflächen überzogen werden.

1) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 248.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 4.

Auf der Braunkohlengrube kons. Preußen bei Jahnsfelde hat man die vorher ausgetrockneten Grubenhölzer vier Wochen lang in eine gesättigte Lösung von Staßfurter Abraumsalzen gelegt und vor der Verwendung in der Grube gut getrocknet. Man will bei so behandelten Hölzern weniger Pilzansätze und größere Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis bemerkt haben.

Obgleich es mehrfach bestätigt ist, daß das Holz in salzigen Grubenwässern, an Gradierwerken u. s. w. eine lange Dauer hat, so erscheint ein Verfahren, wie das oben beschriebene, nur für solche kleinere Hölzer anwendbar, welche für den Gebrauch in der Grube nicht mehr mit Axt und Säge bearbeitet werden müssen.

§ 10. **Umänderung der Säfte durch Tränken des Holzes mit Salzlösungen u. s. w.¹⁾** — Die Bemühungen, die Säfte durch Tränken in einen solchen Zustand überzuführen, daß sie der Zersetzung einen besseren Widerstand leisten können, sind sehr zahlreich gewesen, haben aber bis jetzt das Resultat gehabt, daß die verschiedenen Verfahrensweisen sich immer nur für einzelne Fälle anwendbar erwiesen, z. B. um besonders wichtigen Hölzern, deren Auswechslung schwierig, oder mit Betriebsstörungen verbunden ist, wie Pumpenlagern, Schwellen von Förderbahnen u. s. w., eine möglichst lange Dauer zu verschaffen. Die Anwendung der Tränkung auf die gesamte Grubenzimmerung ist zu umständlich und zu kostspielig.

Die verschiedenen Lösungen und Flüssigkeiten können entweder mit oder ohne Druck in das Innere des Holzes gebracht werden. Bei dem Verfahren mit Druck, demjenigen von Boucherie, werden die Flüssigkeiten unter Anwendung von hydraulischen Pressen in das Hirnholz gedrückt, während sie bei dem Verfahren ohne Druck, demjenigen von Lüdersdorf, mit Hilfe von Wollfäden aus höher aufgestellten Fässern in das angebohrte Langholz eingefloßt werden.

Die angewendeten Flüssigkeiten sind entweder solche, bei denen nach Verdunstung des Lösungsmittels die aufgelösten Stoffe in fester Form auskrystallisieren und dabei die Säfte des Holzes umschließen, oder sie wirken fäulniswidrig (antiseptisch), wie z. B. Kreosot.

Die ersteren Mittel sind sehr zahlreich, man hat angewendet: Salzsole, vitriolische Grubenwasser, Chlorbaryum oder Schwefelbaryum, Chlorzink, Zinkchlorid, Quecksilbersublimat (nach einer Methode von Kyan, daher die Bezeichnung »kyanisieren«), Kupfer- und Eisenvitriol, Borax und Wasserglas, das letztere auf Königin Luisengrube in Oberschlesien mit gutem Erfolge²⁾.

Als fäulniswidriges Mittel wird Kreosot sehr viel angewendet, so auch

1) Bergwerksfreund. 1860. Bd. 22. S. 468. — Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. 11. S. 427. — Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2 A. S. 355; 1860. Bd. 8 A. S. 180; 1863. Bd. 11 A. S. 254.

2) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 360.

in England nach einem patentierten Verfahren von Bethel. Überhaupt ist für das Erhalten einzelner Hölzer das Kreosotieren noch am häufigsten in Gebrauch, zumal nach der Tränkung mit Lösungen von Salzen das Holz durch deren Krystallisationskraft auseinander getrieben wurde. Allerdings hat das Kreosotieren den Nachteil, daß die Wetter verdorben werden, und daß man infolge des starken Geruches etwaigen Grubenbrand nicht früh genug bemerken kann.

§ 44. **Gezähe.** — Die bei der Zimmerung u. s. w. gebrauchten Gezähe sind: Die Axt, das Beil, die Säge, das Sperrmaß, das Lot, die Setzwage und einige Hilfsgezähe, wie Großfäustel, Bohrgezähe, Spitzhammer u. s. w.

Die Bezeichnungen Axt und Beil sind nicht überall getrennt; richtiger ist es aber, das einseitig geschliffene und vorwiegend vom Zimmermann zum Abschlichten des Holzes gebrauchte Beil von der zweiseitig geschliffenen Axt zu unterscheiden.

Die Säge ist entweder einmännisch oder zweimännisch. Im letzteren Falle ist das Sägenblatt dünner und darf auf beiden Seiten nur ziehend, nicht schiebend gehandhabt werden. Als Material wird an Stelle des früher ausschließlich angewendeten Eisenblechs jetzt vielfach Stahlblech vorgezogen.

Die Sägezähne werden zweckmäßigerweise geschränkt, d. h. sie werden abwechselnd etwa um die Stärke des Sägenblattes nach links und rechts umgebogen und mit der Feile so geschärft, daß sie zwei Reihen von Spitzen bilden, welche die Holzfasern auf beiden Seiten des Schnittes leicht durchschneiden, während bei ungeschränkten Sägen die Fasern aus ihrem Zusammenhange herausgerissen werden. Ferner wird der Schnitt bei einer geschränkten Säge doppelt so weit, als die Stärke des Sägenblattes beträgt, es kann sich das letztere deshalb nicht klemmen. Als sehr zweckmäßige Säge dieser Art ist die am Harz gebräuchliche (Fig. 516) zu nennen. Die ihr eigentümliche wiegenförmige Gestalt hat den Vorzug, daß die Zähne das abgeschnittene Sägemehl leicht vor sich herschieben und aus dem Schnitte entfernen, während das Sägemehl bei geraden Sägeblättern, bei denen sämtliche Zähne aufstehen, zum Teil im Schnitte hin und her geführt wird und die Arbeit erschwert.



Fig. 516. Harzer Säge.

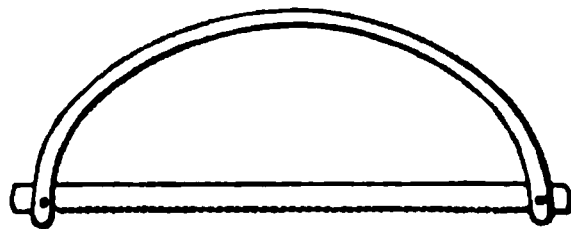


Fig. 517. Sächsische Bügelsäge.

Die einmännischen Sägen werden ziehend und schiebend geführt, und haben deshalb entweder ein steifes Blatt, wie der Fuchsschwanz oder die Stoßsäge, — oder sie haben ein dünnes Blatt, welches nach Art der Tischlersäge eingespannt wird. Als eine gute Säge dieser Art ist die in Sachsen übliche Bügelsäge (Fig. 517) zu nennen. Das Blatt ist in zwei,

an den Enden eines elastischen Bügels angebrachte Schlitzte gesteckt und wird durch Vorstecker festgehalten.

Da bei der Grubenzimmerung ausschließlich der Abstand zwischen zwei festen Flächen, bew. Punkten zu messen ist, so bedient man sich hierzu zweckmäßig eines Sperrmaßes. Dasselbe besteht aus zwei Holzstäben, welche zusammen etwas länger, als die zu messende Entfernung sein müssen.

Nachdem man durch Verschieben der Holzstäbe die Entfernung der Punkte a und b (Fig. 518) ermittelt hat, trägt man die überragende Länge ac des einen Maßes auf das andere durch einen Einschnitt a' (Fig. 519) auf, so daß nunmehr $bc + a'c = ab$ ist. Alle derartigen Einschnitte müssen einen zur Länge des Maßes rechtwinkligen und einen schrägen Stoß haben, der erstere ist nach derjenigen Seite hin anzubringen, auf welcher das zweite Maß aufgetragen ist. Wollte man das Sperrmaß einfach zusammenhalten und bis zu dem abzuschneidenden Holze tragen, so könnte es sich leicht verschieben. Hat man auf einem Holzstreifen mehrere Maße aufgetragen, so sind sie mit entsprechend vielen kleineren, durch zwei schräge Schnitte hergestellten Kerben zu bezeichnen.

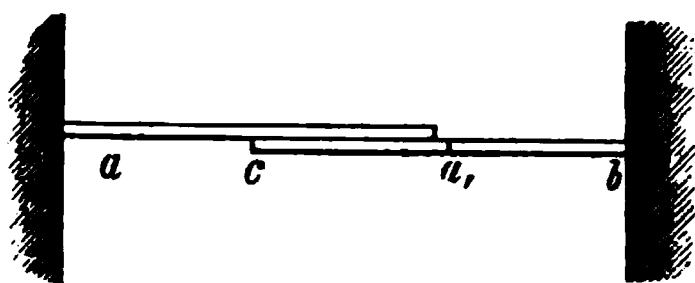


Fig. 518.

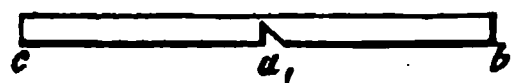


Fig. 519. Sperrmaß.

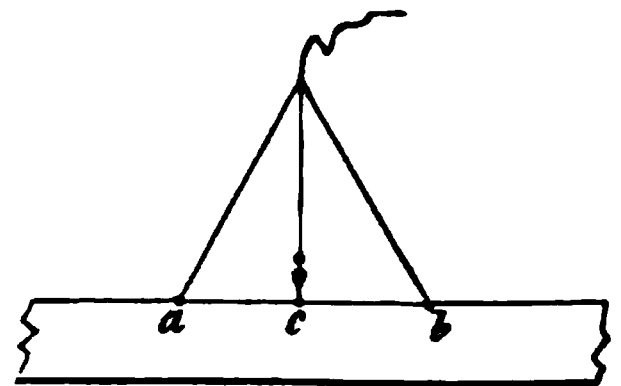


Fig. 520. Maßstäbe und Lot als Setzwage.

Das Lot besteht aus einer Hanfschnur mit zentrisch daran befestigter Spitzkugel. Die Schnur ist auf einer Holzrolle aufgewickelt, in welcher ein Dorn mit Handgriff steckt.

Die Setzwage hat entweder die aus der Technik bekannte gewöhnliche Form, oder sie wird einfach durch zwei gleich lange Maßstäbe gebildet. Man macht auf der Fläche, deren horizontale Lage man ermitteln will, drei Kerben und zwar so, daß $ac = bc$ ist (Fig. 520). In a und b setzt man die Maßstäbe ein und hält dieselben oben zusammen. Trifft das von der Spitze des so gebildeten gleichschenkligen Dreiecks gefällte Lot die Mitte c der Grundlinie ab , so ist die letztere horizontal.

Kapitel II.

Zimmerung in Strecken.

§ 12. Thürstockszimmerung. — Die Zimmerung in Strecken ohne darüber befindlichen Abbau besteht fast ausschließlich aus Thürstöcken, bei welchen man ganze und halbe (einbeinige) Thürstöcke unterscheidet.

Ein ganzer Thürstock (ein Paar Thürstöcke) besteht aus der Kappe und zwei Beinen, welche als Stützen der Kappen dienen. Bei dem halben Thürstocke legt sich die Kappe mit einem Ende gegen das Gestein, während nur das andere Ende durch ein Bein unterstützt wird.

Die Beine werden außerdem Thürstöcke, oder auch wohl Stempel genannt, was nicht zweckmäßig erscheint, denn im ersten Falle gebraucht man für das Ganze und für einen Teil, im anderen Falle für zwei durch Zweck und Lage ganz verschiedene Hölzer (§ 49) denselben Ausdruck. Je nach der Art, in welcher Kappe und Beine verbunden werden, unterscheidet man polnische, schwedische und deutsche Thürstöcke.

§ 13. Polnische Thürstockszimmerung. — Bei den polnischen Thürstöcken (Fig. 521) bleibt die Kappe rund, während die Beine am oberen Ende ausgeschart¹⁾ sind. Da indes bei Seitendruck die Beine leicht umgeworfen werden, so schlägt man dicht unter der Kappe noch einen Pfahl ein.

Diese Verbindungsart ist allerdings die einfachste und kann auch von ungeübten Arbeitern hergestellt werden, sie eignet sich aber nur für solche Fälle, wo lediglich Firstendruck abzuhalten ist, und wird deshalb z. B. am Harz nur in den Abbauen angewendet. Die Kappe heißt dort Unterzug, die Beine werden mit »Bolzen« bezeichnet.

§ 14. Schwedische Thürstockszimmerung. — Bei den schwedischen Thürstöcken geschieht die Verbindung zwischen Kappe und Beinen mit einfachem schrägen Schnitte (Fig.

Fig. 521. Polnischer Thürstock.



Fig. 522. Schwedischer Thürstock.

1) Unter »Schar« oder »Ausscharen« versteht man diejenige Zurichtung eines Holzendes, bei welcher dasselbe entweder mit der Axt ausgerundet, oder mit zwei schrägen Sägenschnitten (Fig. 523) so vertieft ist, daß zwei »Ohren« stehen bleiben, welche ein seitliches Abschieben des zu tragenden Holzes verhüten sollen. Da dieses im letzteren Falle nur an zwei Punkten aufliegt, und das Bein bei starkem Drucke gespalten werden kann, so zieht man bei wichtiger Zimmerung, z. B. bei Schachtstempeln und wenn das Holz stark genug ist, das Ausscharen mit der Axt vor.



Fig. 523. Schar.

522), wie solche der Tischler macht, nur daß der Schnitt bei Rundholz nicht vorgezeichnet werden kann, sondern durch Abloten von dem Winkelmaße, sowie durch Einstecken von Messern (Scherpern oder Tacherpern) in die markierten Punkte und in der Richtung des Sägenschnittes gefunden werden muß.

Auch bei der Verzimmerung von Maschinenräumen und dergleichen wird die schwedische Zimmerung vielfach angewendet und zwar in der Regel mit gebrochenen Beinen, um den oberen Teil der Räume zusammenziehen zu können (Fig. 524). Ferner bei quellender Sohle in Form von sogenannten Sparrenkappen (Fig. 525), während die obere, die eigentliche Kappe, nach Art der deutschen Thürstöcke hergerichtet ist.

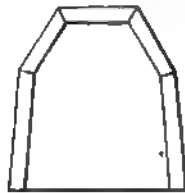


Fig. 524.
Gebrochene schwedische Zimmerung.

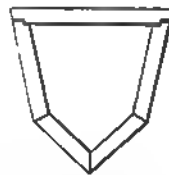


Fig. 525.
Sparrenkappe.



Fig. 526.
Deutscher Thürstock für Firstendruck.

§ 45. Deutsche Thürstockszimmerung. — Bei den deutschen Thürstöcken kommen zweierlei Verbindungen vor. Die gewöhnlich angewendete ist durch Fig. 526 dargestellt und für Firstendruck von oben bestimmt; bei stärkerem Seitendruck wird die in Fig. 527 bezeichnete Verbindung angewendet, so besonders häufig in den Abbauen westfälischer Flötze (Fig. 528), wo allerdings die Kappe *a* die Dienste eines Stempels (§ 19) leistet und deshalb auch als Firstenstempel, zum Unterschied von dem Bahnstempel *b* bezeichnet



Fig. 527. Deutscher Thürstock für Seitendruck.

Die gewöhnlich angewendete ist durch Fig. 526 dargestellt und für Firstendruck von oben bestimmt; bei stärkerem Seitendruck wird die in Fig. 527 bezeichnete Verbindung angewendet, so besonders häufig in den Abbauen westfälischer Flötze (Fig. 528), wo allerdings die Kappe *a* die Dienste eines Stempels (§ 19) leistet und deshalb auch als Firstenstempel, zum Unterschied von dem Bahnstempel *b* bezeichnet

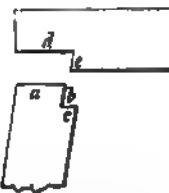


Fig. 528. Verzimmerung in westfälischen Flötzen.

Fig. 529. Deutscher Thürstock.

wird. Bei großer Höhe tritt auch wohl noch ein Mittelstempel hinzu.

Bei festem Hangenden steht der Firstenstempel vor dem Gesteine, im anderen Falle kommt das Schalholz oder Rückholz *c* hinzu. Bei flachem Einfallen nähert sich das letztere der Kappe und der Stempel dem Beine, das Ganze erhält also wieder die Form eines deutschen Thürstockes.

In Fig. 529 heißen *a* und *d* Blatt, *b* das Gesicht, *c* und *e* Eingeschnittenes oder Eingeschneide.

Die Beine bekommen unter gewöhnlichen Umständen einen Überhang von 13 cm auf 1 m Länge, bei quellendem Nebengesteine steigt derselbe bis 30 cm. Bei schwimmendem Gebirge, wo eine der Kappe entsprechende Quergrundsohle hinzukommt, so daß das Ganze einen geschlossenen viereckigen Rahmen bildet, stehen die Beine senkrecht.

§ 16. Verziehen der Felder und Verbindung der Thürstöcke unter sich. — Die Räume zwischen den Thürstöcken heißen Felder. Dieselben werden mit Ausladeholz (Verzug-, Verzieh-, Füllholz u. s. w.) verwahrt, welches aus runden und geschnittenen Pfählen, Schwarten, Randbrettern u. s. w., bei schwimmendem Gebirge aus gehobelten und gefugten Pfosten oder Bohlen besteht.

Etwaige Hohlräume hinter und über dem Füllholze müssen mit Bergen (nicht mit altem Holze) dicht verfüllt werden.

Bricht eine Last zwischen zwei Thürstöcken durch, so können dieselben umgeworfen werden, in welchem Falle ein Bruch große Dimensionen annehmen vermag. Deshalb müssen die Thürstöcke, wenn nicht jede einzelne Kappe einen sicheren Halt im Gesteine findet, unter sich zu einem festen Ganzen verbunden werden, am besten durch runde Pfähle, denen man die scharfen Kanten genommen hat, und welche so zwischen den Thürstöcken eingetrieben werden, daß sie mit jedem Ende zur Hälfte die Kappe und zur Hälfte das Bein fassen. Zu ihrer Aufnahme wird am einen Ende mit der Axt eine Vertiefung, am anderen Ende eine »Einfuhr« gehauen.

§ 17. Herstellen der Thürstöcke. — Bei schwachem Holze und mildem Gebirge, welches da, wo es im Wege sein sollte, leicht entfernt werden kann, schneidet man die Thürstöcke über Tage und zwar nach einem bestimmten Maße. Damit ist allerdings der Übelstand verbunden, daß die Zimmerung meistens unregelmäßig wird. Bei starkem Holze und da, wo man Wert darauf legt, daß Beine und Kappen aller Thürstöcke in derselben Fluchtlinie liegen, auch an ihren Verbindungsstellen genau schließen, muß jedes Bein und jede Kappe an Ort und Stelle abgenommen und geschnitten werden.

Man richtet dabei sein Augenmerk zunächst auf die Brüste oder Bühnlöcher, in welche die Beine gestellt werden sollen, sowie darauf, ob man für die notwendige Holzstärke Platz genug hat, indem man ein Maß, welches das Vorderholz des Beines markiert, mit den bereits vorhandenen Thürstöcken einvisiert. Ist die Brust fest, dann bearbeitet man sie in der Weise, daß sie nach hinten abfällt, so daß das Bein etwas »Hinterholz« (Überschnittenes) bekommt und nunmehr, sobald die Kappe nicht nach oben

ausweichen kann, durch Seitendruck nicht herausgeschoben zu werden vermag. Bei mildem Gesteine muß die Brust eine genügende Tiefe erhalten. Ist dieselbe aber in lettigen Massen herzustellen und kommt man auf kein festes Gestein, so schlägt man ein kurzes Stück Rundholz ein, oder man legt eine Grundsohle (Grundschwelle) und stellt darauf die Beine. Hat man ein einzelnes Paar Thürstöcke auszuwechseln, oder neu zu stellen, so wird man stets Quergrundsohlen anwenden müssen, während man sich beim Auswechseln einer ganzen Reihe von Beinen auch wohl der Längsgrundsohlen bedient.

Anstatt der letzteren kann man bei starkem Sohlendrucke und wichtigen Strecken (Füllörter u. s. w.) auch ein Gewölbe von keilförmig bearbeiteten Längsbalken (Fig. 530) anwenden.

Beim Ermitteln des Hinterholzes wird zunächst das Sperrmaß zwischen dem vorderen Rande der Brust a (Fig. 531) und demjenigen Punkte c in der Firse, welcher von der verlängerten Mittelachse des Beines geschnitten

werden wird, ausgespannt, darauf das festgehaltene Maß mit dem unteren Ende nach dem hinteren Rande der Brust hinbewegt, und der Abstand derselben vom Maße $= bd$ durch Anhalten eines Maßstabes ermittelt.

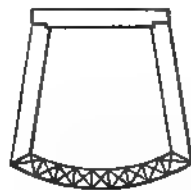


Fig. 530. Thürstocksimmerung für Sohlendruck.

Fig. 531. Abnehmen der Thürstockbeine.



Fig. 532. Schneiden der Thürstockbeine.

Das Anschneiden des Hinterholzes geschieht in folgender Weise: An dem horizontal gelegten und durch Klammern befestigten, zum Beine bestimmten Holze macht man an einer Seite, und zwar nahe dem einen Ende, ein Zeichen a (Fig. 532) und schlägt auf der Mitte des Holzes, etwa bei c ein Messer ein. Die Mitte findet man durch Vorsetzen eines Maßstabes gegen jede Breitseite der Messerklinge und Anhalten einer Lotschnur, welche bei gleichen Abständen von der Messerklinge das Holz tangieren muß.

Gegen die Schneide der Messerklinge setzt man alsdann ein Maß cd und hängt an dasselbe die Lotschnur derart, daß sie den Punkt a tangiert, darauf dreht man unter Festhalten der Lotschnur das Maß auf die andere Seite und macht dort, wo die Lotschnur das Holz berührt, das Zeichen a' . Von diesem Punkte aus trägt man sodann das abgemessene Hinterholz bd (z. B. 3 cm) auf, schlägt in b und a Messerklingen in gleicher Richtung ein

und setzt die Säge so an, daß sie bei senkrechter Stellung die Messerklingen deckt und demnächst trifft.

Hat die Brust außerdem auch Seitenholz, d. h. ist sie nicht allein nach hinten, sondern auch nach einer Seite hin geneigt, was indes bei nicht zu festem Gestein durch Wegstufen zu entfernen ist, so setzt man die Säge zuerst senkrecht an und schneidet ein Zeichen ein, sodann setzt man die Säge um das halbe Seitenholz weiter rechts oder links ein, je nachdem dieses auf die rechte oder linke Seite des Beines kommen muß, und richtet das Sägenblatt wiederum so, daß es die Messerklingen treffen muß. Ist der Schnitt vollführt, so legt man das Stück Holz so um, daß das Vorderholz, also der Punkt a (Fig. 533), obenauf zu liegen kommt. Sodann wird die Höhe des Beines ermittelt, indem man von zwei Holzstreifen den einen, wie vorher, nach dem Vorderholze des Beines, den anderen nach dem unteren Holze einvisieren läßt und da, wo das letztere Maß das erstere kreuzt, in dieses ein Zeichen einschneidet. Dieses Maß wird von dem Punkte a aus aufgetragen, bei e ein etwa 3 cm tiefer Einschnitt (das Eingeschnittene oder Eingeschneide) gemacht, 3 cm weiter, also bei f , das Holz vollständig abgeschnitten und somit das Blatt ff' des Beines hergestellt. Der letztere Schnitt muß genau rechtwinklig zur Längsachse des Holzes geführt werden, weil sonst die Kappe Seitenholz bekommt und schwieriger herzustellen ist. Nachdem man noch mit der Axt das Gesicht fg hergestellt hat, ist das Bein zum Aufstellen bereit.

Sind beide Beine in dieser Weise fertig hergestellt, so werden sie an ihre Plätze gebracht, ihre Stellung durch Einvisieren und Abloten genau geprüft und durch vorgeschlagene Streben vorläufig fixiert, so daß man nunmehr zum Abnehmen und Herstellen der Kappe übergehen kann.

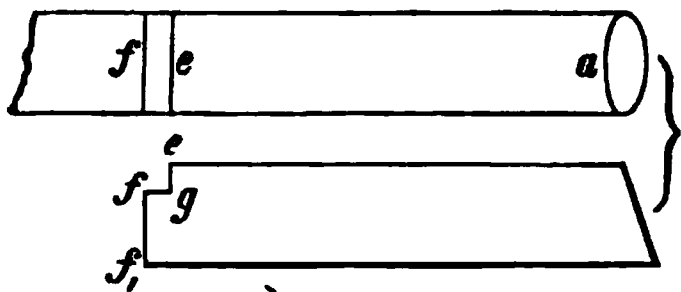


Fig. 533. Schneiden der Thürstocksbeine.

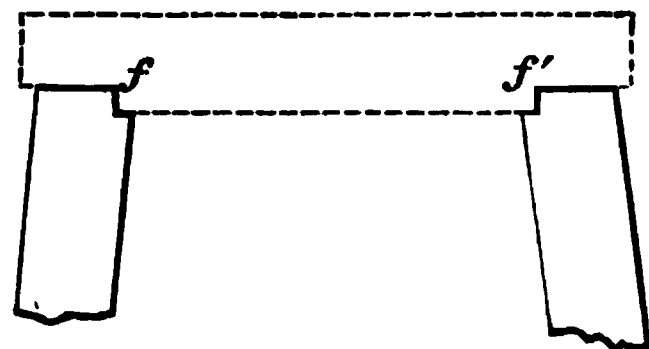


Fig. 534. Abnehmen der Kappe.

Zu dem Zwecke mißt man die Entfernung der beiden Gesichter f und f' (Fig. 534), schneidet das zur Kappe bestimmte Holz an den entsprechenden Stellen um die Höhe der Gesichter ein, sowie in der richtigen Gesamtlänge ab, legt alsdann das Holz auf die Seite und haut die Blätter an, welche nach allen Richtungen genau eben sein müssen.

Liegt das Blatt eines der Beine nach dem Aufstellen nicht in einer Horizontalebene, was durch ein aufgelegtes Maß ab (Fig. 535 S. 484) zu prüfen ist, so muß das entsprechende Blatt nicht parallel der Längsachse des Holzes, sondern so angehauen werden, daß es demnächst genau auf die Beine paßt.

Ist die Kappe aufgelegt, so wird der Thürstock hinter den Beinen und über der Kappe gut verkeilt, wenn er nicht, wie es beim Auswechseln eines alten Thürstockes der Fall ist, schon überall am vorhandenen Füllholz anliegt.

Ist ein halber oder einbeiniger Thürstock herzustellen, so ermittelt man nach richtiger Aufstellung des Beines die Lage des



Fig. 535. Abnehmen der Kappe.

Fig. 536. Abnehmen der Kappe eines einbeinigen Thürstockes.

Bühnloches *B* für das eine Ende der Kappe und giebt demselben, eventuell durch Ausstufen mit Schlägel und Eisen, genügendes Hinterholz (bei 26 cm Holzstärke etwa 4 cm). Dann steckt man vor das Gesicht des Beines ein Messer ein (Fig. 536), markiert an demselben die Mitte der Kappenstärke, ermittelt ebenso, wie vorhin beschrieben wurde, das Überschnittene, und schneidet die Kappe, nachdem man deren untere Länge gleichfalls gemessen hat, ebenso wie vorhin das Bein mit Hinterholz. Etwaiges Seitenholz am Blatte oder im Bühnloche (was bei sorgfältiger Arbeit vermieden werden kann) muß beim Abnehmen und Schneiden der Kappe berücksichtigt werden.

Kapitel III.

Zimmerung in Abbauen.

§ 18. **Allgemeines.** — Die Zimmerung in den Abbauen hat den Zweck, das frei gewordene Hangende der Lagerstätten, sowie einzelne im Abbau begriffene Teile der letzteren zu stützen. Dies geschieht durch Stempelzimmerung, durch Unterzüge mit Bolzen (polnische Thürstöcke, vergl. § 13), halbe Thürstöcke, einfache Bolzen, Streben u. s. w.

§ 19. **Stempelzimmerung.** — Unter Stempel soll hier ausschließlich ein Stück Holz verstanden werden, welches ganz oder nahezu rechtwinklig zwischen Hangendem und Liegendem einer Lagerstätte eingetrieben ist. Bei flach liegenden Lagerstätten hat der Stempel lediglich den Druck des Hangenden aufzunehmen und steht rechtwinklig zu demselben, während

bei steilerem Einfallen, in erster Linie bei Gängen, auch häufig dem Niedergehen des hangenden Nebengesteines entgegenzutreten ist. Im letzteren Falle muß der Stempel an der oberen Kante einen Winkel von 95 bis 100° mit dem Hangenden einschließen (5 bis 10° »Strebe« bekommen). Wollte man ihn genau rechtwinklig stellen, so würde er schon bei geringer Senkung des Hangenden locker werden, während er bei 5 bis 10° Strebe erst in die rechtwinklige Lage hineingebracht, dabei aber nur noch fester und widerstandsfähiger gemacht werden wird.

Da im Flötzgebirge die Lagerstätten häufig flach liegen und die Stempel in solchen Fällen eine senkrechte Stellung bekommen, so hat man sich vielfach daran gewöhnt, jedes senkrecht stehende Holz »Stempel« zu nennen, während dafür beim Gangbergbau, sobald das Holz nicht zwischen Hangendem und Liegendem steht, der Ausdruck »Bolzen« gebraucht wird.

Am Stempel selbst unterscheidet man Kopf und Fuß. Der Stempel ist barfuß, wenn er direkt im festen Gesteine und zwar in einem Bühnloche steht. Diejenige Stelle des Hangenden, an welcher der Stempel mit seinem Kopfe anliegt, heißt der Anfall oder das Kopfgeschick. Muß wegen Flüchtigkeit des Hangenden ein Stück Holz angelegt werden, so wird dasselbe Anpfahl genannt.

Die einfachste Form des Stempels kommt bei söhligen Flötzen vor. Ein Stück Holz, welches der Mächtigkeit des Flötzes entspricht, wird in ein Bühnloch am Liegenden eingesetzt und in rechtwinkliger Stellung am Hangenden eingetrieben. Damit der Stempel dabei besser zieht, legt man ein Stück Brett, einen »Anpfahl«, unter das Hangende.

Hat man ein Hereinbrechen des Hangenden zwischen den Stempeln zu befürchten, so sind die Anpfähle aus Halbholz oder schwachem Rundholze zu fertigen, welches als Kappe oder Unterzug dient (Rückholz oder Schalholz in Westfalen, siehe § 15). Über, bzw. hinter den Anpfählen wird mit Pfählen, Schwarten u. s. w. ausgeladen (verzogen).

Eine besondere Art der Stempelzimmerung wird bei dem Abbau der bis 9,5 m mächtigen oberschlesischen Flötze angewendet. Um nämlich nach vollendetem Abbau eines schwebenden Abschnittes zu verhüten, daß das hereinbrechende Hangende in die Abbaustrecke rollt, die noch abzubauenen Abschnitte zu sehr zerdrückt und ferner, damit sich der alte Mann nicht gegen den Stoß der Abschnitte legt, wodurch demnächst die Kohlen verunreinigt werden würden, setzt man Reihen von Stempeln, Orgeln genannt, den Kohlenstoß entlang dicht nebeneinander, in der Abbaustrecke aber mit etwas Zwischenraum, um den Arbeitern beim Rauben der Zimmerung (§ 20) das Durchschlüpfen zu ermöglichen.

Damit die Orgeln durch den alten Mann nicht in die Strecke hineingedrückt werden, muß man sie durch Versatzungen verstärken, zu welchem Zwecke man eine bis vier Strebekappen *c* (Fig. 537)

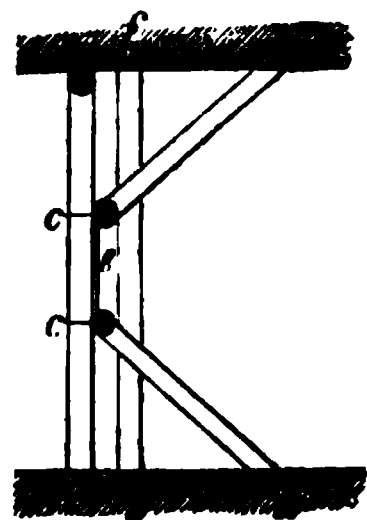


Fig. 537. Orgel.

vor den Orgeln *a* anbringt und dieselben durch die Versatzungsbolzen *e* von einander, sowie durch die Streben *d* gegen Firste und Sohle absteift. Vor die Strebekappen setzt man zwei ins Hangende und ins Liegende eingebühnte Vorstempel *f*, welche unter Umständen wiederum durch Strebekappen und Streben, ebenso wie die Orgeln verstärkt werden können.

§ 20. **Rauben der Zimmerung.** — Eine wichtige Arbeit, besonders bei mächtigen Flötzen, ist das Rauben der Zimmerung, d. h. das Herausnehmen der Stempel nach beendetem Abbau eines Abschnittes, vergl. S. 276.

Das Rauben geschieht in der Nachtschicht, damit die Arbeiter nicht durch anderweitiges Geräusch gestört werden. Die ersten (hintersten) Stempel kann man gewöhnlich dadurch gewinnen, daß man ihnen am Fuße Luft macht und sie vorsichtig wegschlägt. Haben die Stempel aber mehr Druck angenommen, so werden sie unten eingehauen und von der Versatzung aus mit umgeschlagenen Seilen oder mit Raubhaken herausgezogen. Die Arbeit ist gefährlich, sie muß deshalb stets unter Aufsicht, sowie mit Vorsicht und Aufmerksamkeit ausgeführt werden.

Die Anwendung gußeiserner Stempel mit kreuzförmigem Querschnitte¹⁾, oder beweglicher Stempel, Schraubenstiefel, *boisage mobile, vis-bottes*²⁾, hat sich auf die Dauer nicht bewährt. Hatten die Stempel Druck aufgenommen, so war es sehr schwierig, sie zu lösen, oft mußte man sie ganz verloren geben.

An Stelle der Stempel wendet man vielfach Holzstöße an, welche aus geraubten Stempeln in kreuzweis übereinander gelegten Reihen (Schränke oder Schragen) bestehen, oder man legt viereckige, durch Überblattung verbundene Rahmen übereinander und verfüllt den inneren Raum mit Bergen.

Diese Art der Unterstützung wird u. a. in England³⁾ bei mangelndem Bergeversatz im Strebbau, S. 258 bis 264, außerdem aber auch in den sehr hohen Abbauen der Steinsalzbergwerke von Wieliczka, Berchtesgaden⁴⁾ und im Salzkammergute⁵⁾ angewendet.

§ 21. **Firsten- und Strossenkasten.** — Eine fernere wichtige Verwendung der Stempelzimmerung findet beim Firsten- und Strossenbau in Form von Firstenkasten bzw. Strossenkasten statt. Dieselben sollen nicht allein das Hangende abstreben, sondern auch als Fundament für die darauf zu bringenden Füllberge dienen.

Die ersten Stempel sowohl eines Firsten- als Strossenkastens werden

1) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 59.

2) Ebenda. 1860. Bd. 8. S. 120. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864. S. 72. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. t. XIII. p. 541. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. Bd. 14. S. 45. — Serlo, Bgbkde. 1878. I. S. 535. — Preuß. Zeitschrift. 1866. Bd. 14. S. 269.

3) Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 89; 1862. Bd. 10. S. 34 u. 36.

4) Ebenda. 1857. Bd. 4. S. 82.

5) Ebenda. 1855. Bd. 2. S. 29.

von oben eingelegt, können also bei gutem Hangenden und Liegenden vor festem Gesteine liegen. Derartige Stempel werden Vorbau oder Hauptstempel genannt. Sie werden von starkem Holze gefertigt, in Entfernungen von etwa 2 m gelegt und mit Zulegeholz bedeckt, auf welches demnächst die Füllberge gepackt werden. Da die Last der letzteren allmählich größer und die Haltbarkeit der Hauptstempel, sowie der Zulegehölzer gleichzeitig geringer wird, so bringt man zwischen die Hauptstempel zu geeigneter Zeit Einstrich- oder Hilfsstempel von schwächerem Holze ein, welche aber nicht mehr von oben eingelegt werden können, sondern mit Hilfe eines am Kopfende eingetriebenen Keiles *K* (Fig. 538) zu befestigen sind.

Die Herstellung dieser Art Stempel geschieht in der Weise, daß man nach Vollen- dung des Bühnloches am Liegenden und des Anfalles am Hangenden zunächst die untere Länge, sodann von der Mitte des Bühnloches und derjenigen des Anfalles aus das Überschnittene (das Lange, das Holz) für beide Enden ermittelt und den Stempel in bereits beschriebener Weise schneidet (vergl. § 17 und 28).

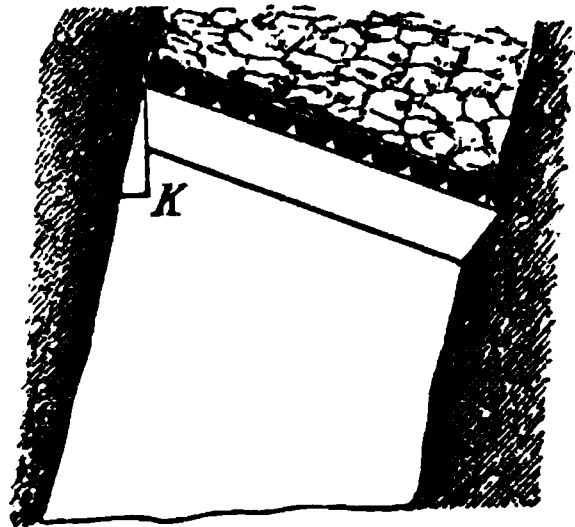


Fig. 538. Hilfsstempel.

Bei Hilfsstempeln bricht man am Kopfe von der gemessenen unteren Länge ca. 8 cm ab, legt aber, nachdem man nunmehr das Überschnittene aufgetragen hat, etwa die Hälfte, also 4 cm an der oberen Länge wiederum zu. Nachdem der Stempel in seine Lage gebracht und durch ein untergeschlagenes Pfostenstück vorläufig befestigt ist, bleibt am Kopfende der Raum für den Keil übrig, den man nunmehr herstellen und eintreiben kann. Am oberen Holze werden die Stempel etwas beschlagen, damit sie an dem Verzugholze überall gut anliegen.

Die Stempelzimmerung ist für diesen Fall deshalb zu empfehlen, weil man dabei die Strossenstöße, bzw. die Deckelstöße beim Firstenbau, oder die Sohle der Feldortstrecken, ungehindert abbauen kann, was bei einem Ausbau, welcher, wie z. B. Thürstockszimmerung, von der Sohle aus gestützt werden muß, nur durch umständliches und schwieriges Abfangen möglich ist.

Kapitel VI.

Zimmerung in Schächten.

§ 22. **Allgemeines.** — Die Zimmerung in Schächten soll den Druck der Schachtstöße aufnehmen, sie muß also im wesentlichen aus viereckigen Rahmen bestehen, welche je nach Bedürfnis eine Verstärkung erhalten.

Da die gewöhnliche Form des für hölzernen Ausbau bestimmten Querschnittes eine länglich viereckige ist, derart, daß die langen Stöße parallel zum Hangenden und Liegenden sind, so bestehen die Rahmen oder Gevierte ebenfalls aus zwei langen Hölzern, den Jöchern (langen Jöchern), und aus zwei kurzen, den Pfändungen oder Haupthölzern (Heithölzer, kurze Jöcher, Kappen).

Liegen die Gevierte unmittelbar aufeinander, so hat man Schrot- oder ganze Schrotzimmerung.

Da dieselbe sehr viel Holz erfordert, so wird sie nur bei starkem Drucke angewendet. Meistens genügt die Bolzenschrotzimmerung, bei welcher die Gevierte je nach der Festigkeit des Gesteines mindestens 1 m auseinander liegen und durch Bolzen in den vier Ecken und in der Mitte der Jöcher voneinander abgestrebt sind.

Die Schachtzimmerung beginnt über Tage mit dem Legen von zwei Paar sich rechtwinklig kreuzenden »Rüstbäumen«, deren Enden die Schachtstöße überragen und mit Bergen verstürzt werden. Häufig bilden sie auch das Fundament für das Seilscheibengerüst.

Durch die Rüstbäume wird zugleich die Größe der Schachtscheibe und das Streichen der Stöße sorgfältig und genau festgestellt; sie bilden somit das erste Schachtgeviert, nach welchem sich die folgenden Gevierte zu richten haben.

§ 23. **Schrotzimmerung.** — Die Verbindung der Pfändungen oder Haupthölzer mit den Jöchern geschieht bei der ganzen Schrotzimmerung durch einfache Überblattung. Beim Abteufen des Schachtes legt man in einer von der Festigkeit des Gesteines abhängigen Entfernung vom untersten Gevierte, z. B. 3 m tiefer, die beiden Jöcher so ein, daß sie an den Enden sichere und feste Auflage haben. Sodann schneidet man sie an den Stellen, wo die Haupthölzer hinkommen sollen, zur Hälfte ein, spaltet das Holz heraus, mißt die lichte Länge der Haupthölzer ab, stellt auch an ihnen durch Einschnneiden bis zur Hälfte und durch Ausspalten die Blätter her, und legt sie auf die Jöcher.

Auf dieses erste, das sogenannte Traggeviert, legt man die übrigen Gevierte, bei denen indes die Jöcher keine feste Auflage zu haben brauchen, bis man den Anschluß an das oberste Traggeviert erreicht.

§ 24. **Bolzenschrotzimmerung.** — Bei der Bolzenschrotzimmerung läßt man es beim Traggevierte der ganzen Schrotzimmerung bewenden und

verzieht die offen gebliebenen Felder mit Pfählen, Schwarten, Halbholz etc., welche entweder auf der Mitte des Holzes wechseln, oder hinter dem Gevierte übereinander greifen. Unter allen Umständen soll das Verzugholz unmittelbar am Gevierte anliegen, um den Feldern eine gleichmäßige Oberfläche zu geben. Damit das Verzugholz nicht wegfallen kann, muß es von hinten verkeilt werden. Auch sind alle etwa verbliebenen Hohlräume dicht mit Bergen zu verfüllen.

Auch bei der Bolzenschrotzimmerung verbindet man Pfändungen und Jöcher vielfach in der eben geschilderten Weise. Weil dabei aber das Holz verschwächt wird, so zieht man bei starkem Drucke gegen die Längsachse der Pfändungen, ganz besonders aber bei tonnlägigen, im Ganggesteine niedergebrachten Schächten eine Verbindung vor, bei welcher die Pfändungen auf beiden Seiten überschnittenes bekommen, also wie Stempel in Keilform hergestellt werden, während man an den Jöchern entsprechende, nach unten konvergierende Flächen anbringt (Fig. 539).

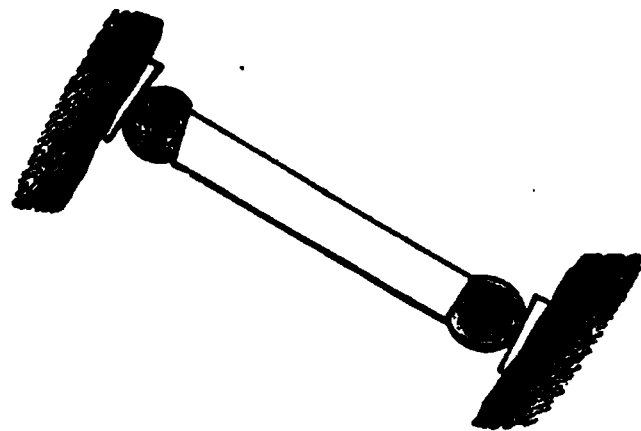


Fig. 539. Jöcher mit Pfändung.

§ 25. **Brechen der Jöcher.** — Bei druckhaften, tonnlägigen Schächten mit länglichem Querschnitte und besonders bei Reparaturen ist es oft nicht möglich, die Jöcher in ganzer Länge unter den Schachtscheidern wegzubekommen. Man muß die Jöcher deshalb in solchem Falle »brechen«, was an einer Stelle erfolgt, wo später ein durch Wandruten und Stempel (Einstrich) gebildeter Schachtscheider hinkommt.

Das Brechen selbst geschieht in der Weise, daß man das Joch von oben und unten an zwei etwa 30 cm entfernten Punkten einschneidet und durchbricht.

Übrigens sind gebrochene Jöcher möglichst zu vermeiden und wo es irgend angeht, solche in voller Länge (ganze Jöcher) anzuwenden, indem man da, wo es der Gebirgsdruck erlaubt, Wandruten und Schachtscheider im unteren Teile der neuen Zimmerung fortläßt und die Jöcher vorläufig verstrebt, was allerdings unter Umständen neue Gefahren mit sich bringen kann.

§ 26. **Legen der Gevierte.** — Beim Legen eines Geviertes mit gebrochenen Jöchern verfährt man in folgender Weise:

Zunächst schlägt man etwa 50 cm unter der für das Geviert bestimmten Stelle mehrere starke Pfähle zwischen Hangendem und Liegendem fest ein, legt auf die Pfähle lange Pfoften, sowie quer über dieselben Schwartenstücke, welche demnächst zum Verziehen gebraucht werden sollen und deshalb gleich in richtiger Länge geschnitten sind.

Auf dieses Gebrück stellt man am Hangenden und Liegenden kurze Holzklötze von möglichst gleicher Länge, und richtet dieselben so ein, daß ihre Oberflächen in einer der Unterkante der Jöcher entsprechenden Horizontalebene liegen.

Auf die Klötze legt man nun zunächst das eine Stück des gebrochenen Joches, dessen für die Auflage im kurzen Schachtstoße bestimmtes Ende bereits über Tage passend geschnitten werden muß. Das andere Jochstück muß etwas mehr als die erforderliche Länge besitzen.

Liegt das erste Jochstück richtig, was durch Setzwage und Abloten von den oberen Gevierten her zu prüfen ist, so wird das andere in seiner oberen

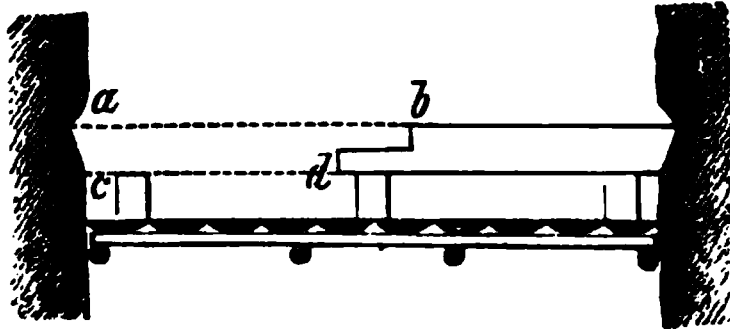


Fig. 540. Abnehmen gebrochener Jöcher.

und unteren Länge ab und cd (Fig. 540) genau abgenommen, geschnitten und eingelegt, so daß damit auch die Weite der Sägenschnitte bei b und d wieder verschwindet. Die Bruchstelle wird schließlich noch durch eingelassene eiserne Klammern, sowie später, nach Entfernung des Gebrückes, durch

eine von unten angebrachte schräge Strebe verwahrt, welche in Wegfall kommt, sobald das nächst untere Geviert fertig gestellt ist und ein Bolzen eingetrieben werden kann.

Ganze Jöcher werden nach den zwischen den kurzen Stößen abgenommenen Maßen geschnitten und eingetrieben.

Sind beide Jöcher gelegt, so werden, damit sie nicht nach hinten ausweichen können, Keile dahinter eingesteckt, nachdem man vorher mittelst Stoßsäge und Axt die Bühnlöcher an ihren Enden hergestellt hat. Sodann werden die Pfändungen nach Art der Stempel abgenommen und eingetrieben.

Nachdem man schließlich die Felder verzogen und die Bolzen eingebracht hat, wird mit der Entfernung des Gebrückes die Arbeit beendet.

Bei großer Weite der Felder und druckhaftem Gesteine verzieht man in stärkerer Weise, indem man hinter den Jöchern schwaches Rundholz (Aufgeher) in etwa 4 m Entfernung aufrecht eintreibt (Fenster herstellt), und hinter diesen Aufgehern mit horizontalen Pfählen u. s. w. verzieht.

Über die Kontrolle der Schachtzimmerung in Bezug auf richtige Lage durch Abloten vergleiche Seite 229.

§ 27. Das Einbringen der Wandruten. — Zur Verstärkung der Gevierte bringt man, wenn es der Gebirgsdruck erfordert, in den vier Ecken, sowie auf der Mitte der Jöcher, also event. vor dem Bruche derselben, Wandruten an, welche durch Stempel (Schachtstempel) auseinander gehalten werden.

Zunächst schlägt man im Schachte ein Gebrück zum vorläufigen Aufstellen der Wandruten, mißt die Länge der letzteren zwischen Gebrück und der unteren Fläche der oberen Wandrute, schneidet sie über Tage in richtiger Länge ab und bringt sie mittelst Förderseil an Ort und Stelle. In tonnlägigen Schächten setzt man erst die liegende, dann die hangende Wandrute, schlägt zwischen die oberen Enden beider eine Strebe ein und treibt sodann die Wandruten mit Keilen fest unter die oberen, bereits eingebauten.

§ 28. **Das Verstempeln.** — Sodann erfolgt das Verstempeln, wobei zunächst zu bemerken ist, daß man unterscheidet: Bruststempel und Zapfenstempel, Strebstempel, Lagerstempel.

Bruststempel sind diejenigen, welche zwischen die unteren Enden der Wandruten und zwar so eingetrieben werden, daß sie die hangende Wandrute mit Schar umfassen, während sie an der liegenden gerade abgeschnitten sind, und vor einer dort angebrachten »Brust«, d. h. einer geraden Fläche *cd* stehen (Fig. 541). Erhalten die Stempel am Liegenden einen Zapfen, der in ein entsprechendes Zapfenloch paßt, so nennt man sie Zapfenstempel.

Die Bruststempel bekommen an der hangenden Wandrute eine »Strebe« von etwa 65 cm über der horizontalen Lage.

Strebstempel sind solche Stempel, welche aufwärts gerichtet sind, Lagerstempel solche, welche horizontal liegen.

In Richtschächten, in denen man lediglich die langen Schachtstöße von einander abzustreben hat, wendet man entweder nur horizontale Einstriche, wie meistens beim Flözbergbau, oder nur Strebstempel (Fig. 541) an, wie in der Regel beim Gangbergbau. Im letzteren Falle steht jeder Stempel mit dem Fuße auf dem Kopfe des nächst unteren, ebenso bei tonnlägigen Schächten, in denen Strebstempel und Lagerstempel abwechseln.

Fig. 541. Verstempeln der Wandruten.

Hat man dagegen einem Sinken des hangenden Nebengesteines entgegen zu treten, wie es häufig der Fall ist, wenn sich in der Tiefe alte Abbaue befinden, so werden wiederum lediglich Strebstempel und zwar als Bruststempel angewendet. Dieselben müssen aber in diesem Falle unter sich parallel sein. Beim Setzen des Hangenden werden die Stempel erst der rechtwinkligen Lage näher gebracht und dadurch noch mehr befestigt. Damit sie im Anfange nicht nach oben ausweichen können, schlägt man einen kurzen dicken eisernen Stift, einen sogenannten Vorschlag, dicht über dem Kopfe des Stempels in die Wandrute ein.

Bei druckhaftem Gebirge bringt man Tragstempel ein, welche mit beiden Enden im festen Gesteine liegen, und auf welche die Wandruten gesetzt werden. Sollte an einer Stelle ein Schachtbruch entstehen, so kann sich derselbe nur bis zu dem nächst oberen Tragstempel fortpflanzen. Im Zickzack gelegte Streb- und Lagerstempel erhalten an beiden Enden Schar.

Das Abnehmen der Bruststempel geschieht auf folgende Weise: Man überträgt den unteren Punkt *c* (Fig. 541) der Brust an der liegenden Wandrute durch ein horizontal gehaltenes Maß auf die andere Wandrute, mißt an

dieser die dem Stempel zu gebende Strebe $ab = 65$ cm ab und trägt von b aus die Holzstärke be auf. Alsdann setzt man ein Sperrmaß in die Mitte von cd , also in m , hält dasselbe genau auf b , beschreibt um m den Bogen bf und mißt mit dem Maßstocke das Überschnittene ef . Hat man darauf noch die untere Länge bc und die obere de abgenommen, so kann man zur Herstellung des Stempels schreiten.

Zu dem Zwecke wird das für den Stempel bestimmte Stück Holz horizontal auf die »Werkstelle« gebracht, mit Klammern befestigt und dann der Anpfahl mit dem richtigen Holze oder Überschnittenen, sowie mit Schar, mittelst der Axt angehauen. Die Schar muß der Rundung der Wandrute entsprechend kreisrund ausgehauen werden, auch sollen die »Ohren« der Schar gleich lang sein. Vergl. S. 479, Anm.

Während das Holz noch in seiner Lage bleibt, trägt man zunächst die untere Länge bc auf demselben ab und dreht es alsdann so weit herum, daß sich das oben angeschnittene Zeichen an der Seite befindet und von einer angehaltenen Lotschnur tangiert wird. Hat man alsdann auf der anderen Seite von der Schar aus auch die obere Länge de aufgetragen, so steckt man in die eingeschnittenen Zeichen die Messer (Scherper) ein, setzt die Säge senkrecht und zwar so an, daß sie die Messerklingen treffen muß und schneidet den Stempel ab.

Sollte die Brust, was möglichst zu vermeiden ist, Seitenholz haben, d. h. nicht rechtwinklig zur Längsachse des Stempels liegen, so setzt man die Säge zuerst auch senkrecht über der Messerklinge an, macht an der betreffenden Stelle ein Zeichen und beginnt alsdann den Schnitt um das halbe Seitenholz, je nach der Lage desselben, rechts oder links von dem Zeichen, wobei aber immer die Messerklingen getroffen werden müssen.

Die Stempel, welche auf beiden Seiten Schar haben, werden in gleicher Weise abgenommen. Ist die Schar an einem Ende angehauen, so wird die untere und obere Länge aufgetragen und die zweite Schar ebenfalls angehauen oder (bei schwachem Holze) angeschnitten. Im letzteren Falle setzt man die Säge um die Länge eines Ohres seitwärts an und schneidet in schräger Richtung bis zu den eingesteckten Messerklingen, alsdann dreht man den Stempel auf die andere Seite und vollführt denselben Schnitt.

Die Stempel werden am Seile an Ort und Stelle gebracht und mit dem Großfäustel fest eingetrieben.

§ 29. Verzimmerung in flachen Schächten. — In flachen Schächten und Bremsbergen werden die hangenden Jöcher zu Kappen, bei festem Liegenden fällt auch das liegende Joch fort, so daß man schließlich den Übergang zur Thürstockzimmerung hat.

Sind in solchem Falle Hangendes und Liegendes fest, so genügen mehrere Reihen Stempel.

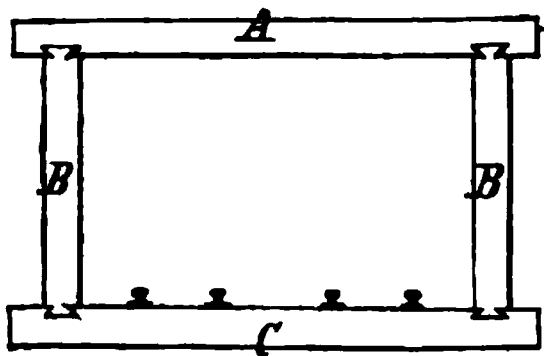


Fig. 542. Verzimmerung in flachen Schächten.

Die Verbindung der einzelnen Hölzer geschieht in Westfalen häufig durch schwalbenschwanzförmige Zapfen (Fig. 542); *A* Kappe, *B* Stoßholz, *C* Grundsohle oder Kappe am Liegenden.

§ 30. **Reifenschächte.** — Kleine, rund abgeteufte Schächte von 4 m Durchmesser werden bei geringem Gebirgsdruck im Nassauischen, in der Rheinprovinz, in Hessen und in Schlesien mit Reifen von Rotbuchenstämmchen von 5 bis 10 m Länge und 20 bis 25 mm Stärke ausgebaut. Die Reifen werden mit dem dicken Ende nach unten gegen die Schachtwände spiralig angelegt. Gewöhnlich wird ein Reifenschacht in etwa 5 bis 6 Wochen bis zu 30 m Teufe niedergebracht und kostet für 4 m einschl. Reifen etwa 6 bis 8 Mark¹⁾.

Kapitel V.

Getriebezimmerung.

a. Getriebearbeit in Strecken.

§ 31. **Thürstocksgetriebe.** — Die Getriebezimmerung (Abtreibearbeit) wird in rolligem und schwimmendem Gebirge, in Strecken, Abbauen und Schächten angewendet. Die dabei zu befolgenden Regeln sind in allen Fällen der Hauptsache nach gleich und sollen durch die Beschreibung eines Thürstocksgetriebes näher erörtert werden.

Die Getriebezimmerung besteht darin, daß Pfähle oder Abtreibe- (Getriebe-) Pfähle in die Massen vorausgetrieben werden, während die eigentliche Zimmerung nachfolgt.

Das einfachste Getriebe ist dasjenige in rolligen Massen, welche nur in der Firste vorkommen, während Wange und Sohle fest sind — Firstengetriebe. Andernfalls treten, wie beim Schwimmsande, Seiten- und Sohlengetriebe hinzu.

Als Getriebepfähle verwendet man in rolligen Massen runde, fichtene Pfähle, deren starkes Ende zugespitzt und vorausgesteckt wird. Bei großem Drucke benutzt man Halbholz. Den schwachen Enden, welche demnächst geschlagen werden sollen, nimmt man die scharfen Kanten, oder legt auch wohl bei wichtigen Getrieben einen eisernen Ring um, wodurch ein zu frühes Aufspalten verhütet wird.

In schwimmendem Gebirge bestehen die Pfähle aus geschnittenem, besäumtem, mitunter sogar behobeltem Holze (Bretter und Pfosten), damit sie überall dicht abschließen. Die Eckpfähle sind aus demselben Grunde mit schrägem Schnitte zusammengepaßt.

¹⁾ Aug. Jaeger, a. a. O. S. 10.

Eiserne Pfähle ¹⁾ sind in Tarnowitz zur Vollendung eines Durchschlages benutzt. Dieselben waren 40 mm stark, 26 cm breit und 150 cm lang.

Die Abtreibearbeit beginnt beim Firstengetriebe mit dem Setzen eines Ansteck- oder Hebethürstockes, bezw. Hebestempels und Herstellen des Schlitzes, in welchen die Getriebepfähle eingesteckt werden und demnächst ihre Führung finden. Die Kappe des Hebethürstockes (bezw. der Hebestempel) erhält an ihrer oberen Fläche einen etwas nach oben gerichteten Beschlag, damit die Pfähle auf einer Fläche aufliegen und die Kappe nicht lediglich an einem Punkte tangieren, in welchem Falle sie bei eintretendem Drucke leichter eingeklemmt werden. Dies durch einen Zwickkeil ²⁾ anzustreben, den man von hinten her zwischen Pfählen und Kappe eintreibt, erscheint nicht zweckmäßig, da der Keil erst wieder gut befestigt werden muß, um nicht bei dem Schlagen der Pfähle wegzufallen.

Der Schlitz wird dadurch hergestellt, daß man Pfosten, Halbholz oder auch Rundholz, je nach der Größe des Druckes, auf die Kappe (bezw. hinter die Beine und über die Grundsohle) legt, und diese Pfändung *a* (Fig. 543) durch Pfänd- oder Schlitzkeile *b*, welche auf die hohe Kante gestellt sind, damit sie wenig Raum einnehmen, gegen die Verzughölzer des letzten Feldes treibt. Bei grobem, rolligem Gebirge läßt man die Schlitzkeile stecken, weil sie bewirken, daß die Pfähle im Schlitz locker bleiben und nicht eingeklemmt werden. Die in Folge dessen zwischen den Pfählen entstehenden Zwischenräume deckt man nötigenfalls dadurch zu, daß man kurze Schwartenstücke und dergl. quer darüber schiebt.

Fig. 543. Getriebezimmerung.

Bei feinem rolligen, oder gar bei schwimmendem Gebirge müssen jedoch die Keile beim Einstecken der Pfähle entfernt werden.

Die letzteren werden mit Ansteigen, also derart angesteckt, daß ihre Spitzen etwas nach aufwärts gerichtet sind. Diese Divergenz mit der Richtung der Streckenfirste muß so groß sein, daß am Ende der Pfahlsitzen genügender Raum für einen neuen Schlitz nebst Pfändung bleibt, während die Kappe des neuen Ansteckpaares in der Höhe der vorhergehenden liegt.

Ist an allen vier Seiten angesteckt, so wird das Firstengetriebe von den Eckpfählen nach der Mitte hin zuerst fortgebracht, daran schließen sich von oben nach unten die Seitengetriebe und schließlich das Sohlengetriebe an.

Von den beim Getriebe beschäftigten Arbeitern steht der Vormann bei

¹⁾ Serlo, Bghkde. 1884. I. S. 678.

²⁾ Ebenda. S. 675 'aus Thürnagel, Karsten's Archiv f. Bergb. u. Hüttenwesen. Bd. 2. S. 212; Bd. 5. S. 3; Bd. 9. S. 133.

den Pfahlspitzen, er hat mit Hilfe von Brechstange, Spitzhammer, Klammer und anderen geeigneten Gezähestücken dafür zu sorgen, daß die den Pfählen im Wege stehenden Hindernisse beseitigt werden, sowie, daß die Pfähle ihre Richtung nicht verlieren und vor allen Dingen nicht hereingedrückt werden. Auch hat der Vormann diejenigen Pfähle zu bezeichnen, welche der zweite Mann mit einem Großfäustel schlagen soll.

§ 32. **Regeln für die Getriebearbeit.** — Die Hauptaufgabe der Getriebearbeit, die Richtung der Pfähle unverändert zu erhalten und zu verhüten, daß die Spitzen derselben niedergedrückt oder gar abgebrochen werden, erfordert nicht geringe Umsicht. Hauptsächlich auf folgende Punkte muß das Augenmerk gerichtet sein:

Zunächst müssen die Pfähle an ihrem hinteren Ende festgehalten werden, und zwar durch einen Widerstand, welcher dem Hereindrücken der Pfahlspitzen entgegenwirkt. Dies geschieht durch Anbringen einer Spannpfändung, falls nicht der nächste Thürstock bzw. Stempel die Stelle einer solchen vertritt.

Die Spannpfändung *s* (Fig. 544) wird bei Firstengetriebe durch ein Stück Holz gebildet, welches den Raum zwischen den Pfählen des neuen Getriebes und der Firste gerade ausfüllt und durch Klammern, oder auf eine sonstige, von den Getriebepfählen unabhängige Weise befestigt wird. Verläßt der Pfahl die Kappe *a*, so findet er an der Spannpfändung eine neue Stütze.

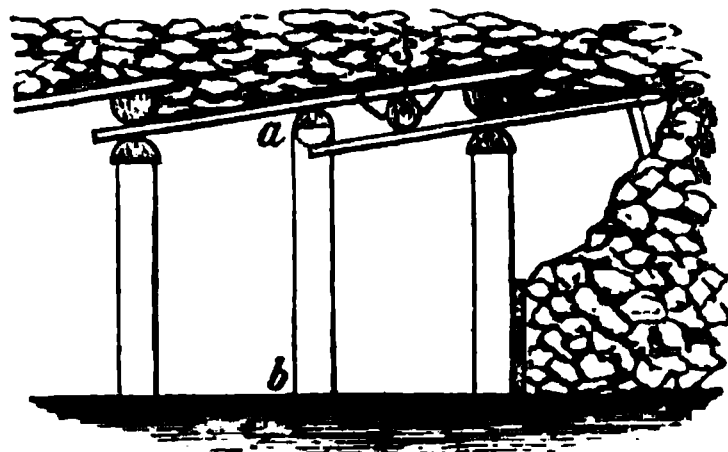


Fig. 544. Getriebezimmerung.

Eine fernere Rücksicht ist darauf zu nehmen, daß die Pfahlspitzen möglichst unterstützt werden, indem man dieselben einfach, besonders vor dem Verlassen des Getriebes am Ende der Schicht, möglichst tief in die rolligen Massen einzutreiben sucht. Läßt sich dies nicht erreichen, so muß man sowohl einzelne Pfähle, als auch mehrere zugleich mit besonderen Stützen versehen. Sind sämtliche Pfähle etwa $\frac{1}{2}$ m weit vorgerückt, so empfiehlt es sich, ihnen eine gemeinsame Stütze durch ein von unten abgestrebttes Stück Halbholz, Pfole u. s. w. zu geben. Bei einem weiteren halben Meter wird ein Hilfsthürstock (*ab* Fig. 544) eingebaut und dadurch die erste Unterstützung überflüssig.

Eine der größten Gefahren für ein Getriebe ist die Bildung von Hohlräumen über den Pfahlspitzen, welche sehr leicht eintreten kann, wenn man mit einem Male zu viel Gebirge austreten, oder zu große Lücken zwischen den Pfählen entstehen läßt. Verstopft man einen solchen unerwünschten Ausfluß von Gebirge nicht bald mit allem zur Hand befindlichen Materiale — am besten mit sich spreizendem Holze — und es bildet sich ein Hohlraum, so fällt demnächst das Gebirge von einer größeren Höhe auf die Pfähle herab,

wodurch dieselben, wenn sie nicht sehr gut verwahrt sind, niedergedrückt oder auch wohl abgebrochen werden.

§ 33. Älteres Verfahren bei schwimmendem Gebirge. — Bei schwimmendem Gebirge¹⁾ ist die Gefahr des Hervorquellens, auch bei kleinen Ritzen, besonders groß. Man muß deshalb immer kleine Strohbüschel zur Hand haben, um die Ritzen verstopfen zu können, wobei aber der freie Durchgang des Wassers nicht verhindert werden darf (vgl. § 40).

Besonders schwierig ist dies beim Verwahren des Ortsstoßes. Muß man bisweilen schon bei rolligem Gebirge hinter den Beinen des letzten Thürstockes Bretter aufsetzen, um das Herabrollen der Massen zu mäßigen und den Pfahlsitzen ihre Auflage zu erhalten, so ist bei schwimmendem Gebirge ein gänzliches Verschließen des Ortsstoßes durch Zumachebretter (Versatz- oder Verschalungsbretter) erforderlich. Diese Bretter müssen horizontal gelegt und gegen die Thürstöcke oder gegen besondere Bolzen abgestrebt werden, die Fugen sind mit Stroh, Moos u. dergl. zu verstopfen, was besonders an den Enden der Bretter sorgfältig geschehen muß.

Sobald die Pfähle nicht mehr ziehen wollen, werden die Bretter von oben nach unten an den Enden gelüftet, um etwas Sand herauszulassen, worauf sie wieder vorgesetzt und mit längeren Streben versehen werden.

§ 34. Verkeilen des Ortsstoßes. — Eine andere Methode, den Ortsstoß zu verwahren, ist nach Ponson²⁾ in den Jahren 1842 und 1848 auf der Grube La Louvière (Bassin du Centre) mit Erfolg angewendet, indem man nach dem Eindringen der Pfähle in den Ortsstoß, von oben nach unten fortschreitend, Keile aus Buchen- oder Eichenholz eintrieb und die Öffnungen zwischen den Keilen mit Heu oder Moos verstopfte. Die Keile hatten eine Länge von 26 bis 52 cm und am Kopfe eine Stärke von 6,5 bis 13 cm, nur in sehr flüssigem Gebirge betrug die letztere 5 bis 8 cm. Wo es nötig war, wurde die Sohle in gleicher Weise verwahrt, auch trieb man kleinere Keile in die Zwischenräume der Stoßpfähle.

Während die Keile in den Stößen und in der Sohle verloren gegeben werden müssen, treibt man diejenigen im Ortsstoße immer weiter und braucht nur die abgenutzten zu ersetzen.

§ 35. Anwendung gußeiserner Kasten. — Auf der Braunkohlengrube kons. Beust bei Grüneberg³⁾ in Schlesien setzte man gußeiserne, 47 bis 63 cm lange, 34 cm hohe Kasten vor den Ortsstoß, welche nach innen offen, vorne durch eine Thür geschlossen waren und durch eine Schraubenvorrichtung vorwärts gepreßt wurden. Durch Öffnen der einzelnen Thüren entfernte man die in dem Kasten eingeschlossenen Massen.

§ 36. Getriebe mit eisernen Bogen. — Außerdem hat man eiserne

1) Karsten's Archiv für Bergbau u. Hüttenw. Bd. 2. S. 143; Bd. 4. S. 212; Bd. 5. S. 3; Bd. 9. S. 153. — Serlo, Egbkde. 1884. I. S. 675.

2) Ponson, Traité de l'expl. des mines. t. I. p. 468.

3) Jahrb. des schles. Vereins für B.- u. Hüttenw. Bd. 2. S. 354.

Bogen mit eisernen Pfählen und Ortsplatten aus demselben Materiale u. a. in Freienwalde¹⁾ und in Riestedt²⁾ angewendet.

Auch geschlossene eiserne Bogen mit eichenen Brettpfählen lassen sich bei schwimmendem Gebirge verwenden, wenn man mit kleineren Bogen den Schlitz herstellt, nur muß die Ausmauerung unmittelbar folgen und zwar stückweise rückwärts, damit erst die Pfahlspitzen unterfangen werden. Die äußeren Bogen, sowie die Pfähle, müssen dabei gewöhnlich verloren gegeben werden.

b. Getriebearbeit in Schächten.

§ 37. **Allgemeines.** — Für Schachtabteufen in schwimmendem Gebirge ist die Getriebearbeit zum Teil veraltet und wird in weiten Schächten und bei größerer Tiefe zweckmäßig durch die später zu besprechenden Senkschächte (Kap. XIII), durch die Gefriermethode von Poetsch (§ 160) oder durch das Verfahren von Haase (§ 161) ersetzt. Bei geringeren Tiefen und mäßigem Wassergehalte des Schwimmsandes wird man allerdings auch künftig noch die keine weitere Vorrichtung beanspruchende Getriebearbeit anwenden, welche im wesentlichen nach den vorhin beschriebenen Grundsätzen auszuführen ist.

Allerdings finden auch Abweichungen vom Streckengetriebe statt. So ist es schon nicht möglich, die Ansteckgevierte im schwimmenden Gebirge fest zu verlagern. Außerdem muß man Vorsorge treffen, daß bei einem etwaigen Bruche des Getriebes und durch das damit verbundene Herausquellen des Gebirges die Maschinenfundamente u. s. w. über Tage nicht einsinken.

Zu dem Ende legt man lange und starke Rüstbäume quer über den Schacht und verstürzt deren Enden mit Bergen. Reichen einfache Bäume nicht aus, dann legt man sie doppelt aufeinander, so daß der Stoß der einen Reihe auf die Mitte der Länge in der anderen Reihe kommt. Die Stöße werden durch eiserne Laschen und Schrauben weiter gesichert.

Die Rüstbäume dienen sowohl als Fundament für Maschinen und Gebäude, als auch zum Aufhängen der ersten Ansteckgevierte mit langen eisernen Klammern. Die folgenden Ansteckgevierte werden an den nächst oberen aufgehängt, außerdem aber wird eine weitere Sicherung dadurch herbeigeführt, daß man das unterste Geviert von der Sohle aus verstrebt und die demnächst einzubringenden Wandruten an den Stellen, wo sie die Jöcher berühren, etwas aushöhlt, bzw. einschneidet.

Für wichtigere Schachtanlagen wendet man an Stelle der Rüstbäume Sprengwerke an.

Ebenso, wie die Hilfstürstöcke beim Streckengetriebe, dienen hier die

¹⁾ Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenk. 1836. Bd. 9. S. 488.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8. S. 15.

etwa in der Mitte zwischen zwei Ansteckgevierten angebrachten Hilfsgevierte als Spannpfändung für die Pfähle.

§ 38. **Sinking by piling.** — In England ist anstatt des schrägen das seigere Anstecken der Pfähle¹⁾ (sinking by piling) bei runder Form des Schachtes üblich. Man fängt dabei mit entsprechend großem Durchmesser an, erreicht am Ende des Getriebes die richtige Dimension des Schachtes, mauert vom festen Gebirge an aufwärts und verfüllt hinter der Mauer mit dem vorher gewonnenen Gebirge. Selbstverständlich ist es dabei nötig, daß man sich vorher, event. durch Bohren, Gewißheit über die Mächtigkeit des Schwimmsandes verschafft.

§ 39. **Verwahren der Schachtsohle.** — Ebenso wie der Ortsstoß beim Streckengetriebe, bedarf hier die Schachtsohle, jedoch nur bei völlig schwimmendem Gebirge, einer besonderen Verwahrung. Man schafft dieselbe²⁾

1. durch gewöhnliche Bedeckung der Sohle mit Querbohlen, über welche mehrere, gegen das obere Joch abgestrebte Längsbohlen gelegt werden. Unter die Bohlen bringt man Stroh.

2. wird die ganze Sohle durch eine zusammenhängende Platte bedeckt, welche an den Ecken und in der Mitte mit verschiebbaren Öffnungen versehen ist, gegen die oberen Jöcher abgestrebt und, nach dem Herausnehmen von Gebirge aus den Öffnungen, durch Belastung zum Sinken gebracht.

3. Klötzelveertäfelung, wie auf den Gruben Concordia bei Nachterstedt, ver. Christoph Friedrich bei Hornhausen, ist nur anwendbar, wenn keine groben Geschiebe im Schwimmsande vorkommen. Die Klötze haben parallelepipedische Form, bestehen aus Eichen- oder Fichtenholz von 30 bis 40 cm Länge und 26 bis 30 cm Querschnitt, und werden der Länge nach mit einem 5 bis 10 cm weiten Loche durchbohrt, welches sich nach unten erweitert. Die Klötze werden oben mit eisernen Bändern, unten mit einem eisernen Schuh versehen, und der Reihe nach mit Handrammen eingetrieben, wobei der verdrängte Schwimmsand durch die Löcher herauskommt, was man durch Verstopfen derselben regeln kann.

Um ein Vorgesümpfe zu erhalten, treibt man die mittlere Reihe der Klötze etwas tiefer ein, als die anderen.

Werden die Klötze nicht getrieben, so hat man sie gegen Lager, welche quer durch den Schacht gelegt werden, abzuspreizen.

Den dichten Anschluß an die Pfähle erreicht man dadurch, daß man die äußeren Klötze, dem Stechen (d. i. der auswärts gehenden Richtung) der Pfähle entsprechend, abschrägt und sie außerdem noch durch besondere, dahinter geschlagene Keile fest antreibt.

1) Greenwell, A practical treatise on Mine Engineering. p. 127. — Serlo, Bgbkde. 1884. I. S. 694. — Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 21.

2) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 693.

§ 40. Herstellen eines Vorgesümpfes. — Ist das Gebirge nicht völlig schwimmend, so braucht man die Sohle nicht zu bedecken; man muß aber immer ein Vorgesümpfe voraus treiben, aus welchem die Pumpen saugen. Dasselbe wird entweder durch senkrechtes Anstecken von Pfählen hinter einem kleinen Gevierte ohne Schlitz, oder durch Kasten, bezw. Cylinder von Eisenblech, oder, wie auf der Braunkohlengrube Karl¹⁾ bei Völpke (Provinz Sachsen), dadurch hergestellt, daß man schmiedeeiserne Pfähle von 3 m Länge eintreibt und den dadurch gebildeten hohlen Raum von rund 4 m Durchmesser durch eiserne Ringe offen erhält.

In allen Fällen muß das Vorgesümpfe so eingerichtet sein, daß nur der Sand zurückgehalten, dem klaren Wasser aber der Durchgang gestattet ist, weshalb man alle Öffnungen, auch den Boden der Kasten, mit Stroh verstopft (vergl. § 33).

Wo es irgend möglich ist, soll man bei derartigen Arbeiten im Schwimmsande dem Wasser einen Abfluß verschaffen, etwa durch Niederbringen eines verrohrten Bohrloches bis auf eine tiefere Sohle, durch Herantreiben einer Rösche u. s. w.

B. Ausbau in Eisen.

§ 41. Material. — Der Ausbau in Eisen gewinnt in neuerer Zeit immer mehr an Ausdehnung, besonders seitdem die Eisenpreise billiger geworden sind. Man verwendet dazu vorwiegend gewalztes Eisen, bezw. Schmiedeeisen und Gußstahl, seltener Gußeisen, und zwar entweder altes Material (Eisenbahnschienen), oder neues in Form von Förderschienen, I-, L- und T-Eisen.

Kapitel VI.

Eisenausbau in Strecken.

§ 42. Verschiedene Arten der Anwendung des Eisens als Kappe. — Der Eisenausbau in Strecken erfolgt zunächst in der Weise, daß man das Eisen als Kappe benutzt, deren Enden entweder auf Seitenmauern, oder auf, durch Bolzen gestützten Unterzügen, oder ganz nach Art der Thürstöcke auf Beinen ruhen. Im letzteren Falle werden die Beine entweder am oberen Ende mit einem Einschnitte versehen, wie in Creuzot²⁾ (Fig. 545), oder es

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 47. S. 58. — Glückauf. Essen 1869. Nr. 34.

2) Bulletin de la société de l'ind. min. Paris. 2. sér. t. III. p. 563.

wird ihnen durch angeschraubte Winkleisen (Fig. 546) gewissermaßen Blatt und Gesicht gegeben, wie auf der Zeche Prosper in Westfalen¹⁾.



Fig. 545.

Eiserne Kappen.



Fig. 546.

Fig. 547.

Gewölbte eiserne Kappen.

Bei starkem Drucke giebt man dem Eisen einen flachen Bogen, wie in Fig. 547, wobei jedoch die Enden fest vorstehen müssen, wenn der Bogen nicht leicht eingedrückt werden soll.

Das Verziehen erfolgt durch eichene Schwarten.

§ 43. **Ausbau größerer Räume mit eisernen Kappen.** — Auch zum Ausbau von Füllörtern, unterirdischen Pferdeställen und Maschinenräumen werden Kappen von I-Eisen in Verbindung mit Scheibenmauern angewendet. Dabei empfiehlt es sich aber, anstatt des Holzverzuges zwischen den in etwa 4 m Entfernung liegenden Kappen flache Gewölbe aus Ziegeln herzustellen.

Derartige Räume werden der größeren Helligkeit wegen noch mit Kalkfarbe angestrichen.

§ 44. **Streckenbogen.** — Außerdem wird das Eisen bei dem Ausbau der Strecken in Form von Bogen verwendet, welche entweder unten offen, oder ringsum geschlossen sind, aus einem Stücke oder aus mehreren, durch Laschen und Schrauben miteinander verbundenen Stücken bestehen.

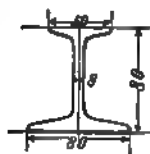


Fig. 548.

Profile für Streckenbogen.

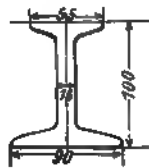


Fig. 549.

Gutehoffnungshütte in Sterkrade verwendet zwei Profile (Fig. 548 und 549), von denen das laufende Meter bei Profil I = 12,75 kg, bei Profil II 14,00 kg wiegt.

Ein Streckenbogen für einen einspurigen Querschlag mit Profil I wiegt ca. 72 kg, mit Profil II ca. 80 kg, für einen zweispurigen Querschlag mit Profil II und mit geraden Schenkeln 93 kg, unten geschlossen (Fig. 550) 132 kg.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 99.

Liegt die Wasserseige in der Mitte der Strecke, so sind die Bogen gleichschenkelig (Fig. 551), liegt sie auf der Seite, so ist der eine Schenkel entsprechend länger (Fig. 552).

Fig. 550.
Geschlossener Streckenbogen.

Die unten offenen Bogen wurden früher am Harz ausschließlich aus Grubenschienen kalt gebogen (6 Bogen für 4 Mk.), oder in richtiger Form bezogen, bestehen aber immer aus einem ganzen Stücke. Sonst sind alle diese Bogen in der Mitte des Scheitels geteilt und die Bruchstelle durch Laschen und Schrauben bedeckt.

Die Bogen stehen entweder auf Gußplatten, welche auf den für die Aufnahme der Förderbahn bestimmten Schwellen angebracht sind, oder in Steinsockeln, wie auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg ¹⁾ und am Harz ²⁾, oder sie stehen direkt auf eichenen Schwellen in fester Sohle, oder endlich in L-Eisen, welches als Schwelle quer über die Streckensohle gelegt wird. Bringt man in das L-Eisen hölzerne Schwellen zur Aufnahme der Förderbahn ein, so werden damit gleichzeitig die Bogen gegen das Zusammenschieben geschützt.

Der Verzug wird meistens mit Holz, am besten mit eichenen Schwarten hergestellt. Am Harz, wo die Strecken auf sehr lange Zeit offen erhalten werden müssen, legt man hinter die Bogen Grubenschienen (womöglich alte), klemmt flache Grauwackensteine von gleicher Höhe dazwischen und verfüllt dahinter sorgfältig mit Bergen.

Fig. 551.
Gleichschenkliger Streckenbogen.

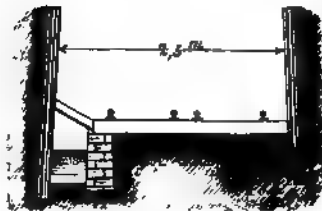


Fig. 552. Ungleichschenkliger Streckenbogen.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 23. S. 99.

²⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig. 1867. S. 93.

Wo man steinerne Sockel anwendet, legt man auf dieselben auch gleichzeitig die Förderbahn (eingleisig). Man bohrt zu dem Zwecke Löcher in die Sockel und treibt in dieselben hölzerne Pflöcke ein, in welche die Hakennägel eingeschlagen werden.

In den zwischen den Sockeln verbleibenden Raum wird ein flacher Stein auf der Sohle eingelegt, um ein Zusammenschieben zu vermeiden. Der übrige Raum dient als Wasserseige, welche noch mit einer Laufpfoste überdeckt wird.

Zwischen die Bogen treibt man in der Firste einen fortlaufenden Pfahl ein, um sie gegen das Umwerfen zu schützen.

§ 45. Kosten des Ausbaues mit Streckenbogen. — Die Kosten für derartigen eisernen Ausbau, ferner für Thürstockszimmerung und für Mauerung in behauenen Grauwackensteinen stellten sich im Jahre 1884 bei der königlichen Berginspektion Silbernaal in Grund am Harz für 6 m Streckenlänge:

1. Für Eisenausbau	217 + 23,42 f. 1 spur. F.-Bahn =	240,42 M.
2. Für Mauerung aus Bruchsteinen	321 + 35,24 - - - =	356,24 -
3. Für Zimmerung	144 + 36,20 - - - =	180,20 -

Schon bei einmaligem Auswechseln betragen demnach die Kosten der Thürstockszimmerung $2 \times 180,20 = 260,40$ Mk. und stellt sich der Eisenausbau um 20 Mk. für 6 m billiger.

In Saarbrücken, wo der Eisenausbau an Stelle schwerer Thürstöcke aus beschlagenem Eichenholze angewendet wird, betragen Gewicht und Kosten für ein gleichschenkliges Gestell in einspurigen Strecken 55 kg und (1885) 8 Mk., in zweispurigen Strecken 92 kg und 10,10 Mk. loco Grube einschl. Laschen und Schrauben.

Einseitige Schenkelverlängerung um 0,30 bzw. 0,35 m erhöht den Preis des einspurigen Gestelles um 0,32 bzw. 0,42 Mk. und eine Verlängerung um 0,40 m des zweispurigen Gestelles um 0,55 Mk. Werden die beiden Schenkel in gußeiserne Schuhe gestellt, was nicht überall nötig und üblich ist, so erhöhen sich die Kosten eines Gestelles noch um 1,00 bis 1,50 Mk.

Ein elliptischer Ring von 1,3 m kleiner und 1,8 m großer Achse im Lichten wiegt 70,4 kg und kostet 9,20 Mk.

Die meist gebräuchlichen runden Gestelle in \sqcup -Eisen wiegen bei einem inneren Durchmesser von 2,82 m 184 kg und kosten 24,60 Mk. das Stück.

Je nach der Qualität des zu den Thürstöcken verwendeten Holzes stellten sich die eisernen Gestelle 39 bis 161 %, bzw. 17 bis 128 % teurer, als die entsprechenden Thürstöcke. Die Differenz wird geringer bei schwerer und größer bei leichter Zimmerung.

Auf Segen Gottes-Grube in Österreich hat man in der IV. Ferdinand-schächter Grundstrecke eisernen Ausbau in der aus Fig. 553 ersichtlichen Form eingebaut¹⁾. Das angewendete Eisen hat I -Form von 104 mm Höhe,

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1880. Taf. V. Fig. 4.

59 mm Breite, 5,5 mm Stegdicke, wiegt komplet 50 kg und kostet loco Grube inkl. Einbau 13 fl. 8. W.

Die beiden Seitenteile des Bogens sind mittelst Laschen und Schrauben durch ein Sohlstück verbunden, auf welchem die Förderbahn in der aus Fig. 554 ersichtlichen Weise angebracht ist.

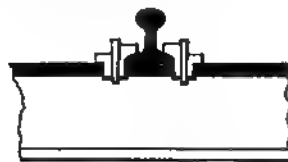


Fig. 554.

Schienenbefestigung auf Segen Gottes-Grube.

Fig. 553.

Eisenausbau auf Segen Gottes-Grube.

Die ersten Anschaffungskosten verhalten sich gegenüber der Thürstockszimmerung allerdings wie 1,208 : 1, sind also um 20,8 % höher, als diese. Aber schon nach der auf neun Jahre berechneten Dauer der Grundstrecke verhält sich der Eisenausbau zur Zimmerung, ohne Rücksicht auf den Schlußwert des Eisens, wie 1 : 1,093, und da man ferner darauf rechnet, den Eisenausbau dann noch für eine andere Grundstrecke verwenden zu können, welche wiederum neun Jahre im Gange bleibt, so stellt sich das Verhältnis wie 1 : 1,78, also um 78 % zu gunsten des Eisenausbau¹⁾.

§ 46. Ausbau größerer Räume mit Bogen. — Ähnlich ist der Ausbau der Füllörter auf Zeche Dahlbusch unweit Gelsenkirchen bei quellender Sohle, nur mit dem Unterschiede, daß das Sohleisen gebogen ist (Fig. 555).

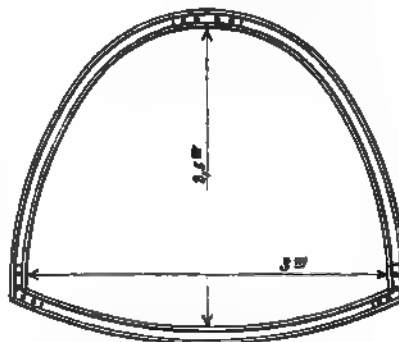


Fig. 555. Eisenausbau auf den Füllörtern der Grube Dahlbusch.

Auf den Zwickauer Steinkohlengruben sind die Füllörter mit thürstockähnlichem Eisenausbau versehen. Die Beine bestehen aus eisernen Röhren von 157 mm Wandstärke, auf dieselben sind Eisenbahnschienen als Kappen gelegt. Die Verschalung erfolgte dicht mit eichenen Brettern²⁾.

§ 47. Ausbau in Gußeisen. — Auf der Steinkohlengrube Hannibal bei Bochum wurden Thürstöcke von Gußeisen und T-förmigem Querschnitte

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1880. S. 403.

²⁾ Serlo, Bghkde. 1884. I. S. 668.

angewendet, dessen Rippe nach innen gelegt ist. Kappen sowohl als Beine sind in Bogen von 78 mm Spannung gegossen. Die Bogen stehen auf Holzschwellen. Die Verschalung der 4 m weiten Felder erfolgt durch Holzpfähle, jeder Thürstock wiegt 155 kg und kostet 33 Mk.¹⁾

§ 48. **Eisenausbau in Saarbrücken.** — Auch auf den königlichen Steinkohlenwerken bei Saarbrücken ist der Eisenausbau für Strecken seit dem Jahre 1867 angewendet, und immer mehr ausgedehnt²⁾.

Nach mehrfachen Versuchen sind auch dort an Stelle des T-Eisens die beiden Profile gewählt, welche in den Fig. 548, 549 dargestellt sind. Die Tragfähigkeit beträgt bei dem schwachen Profile 34 617 kg, bei dem starken 62 600 kg, während die früher verwendeten Grubenschienen nur 25 129 kg Tragfähigkeit hatten.

§ 49. **Eisenausbau auf den Gruben Neu-Iserlohn und Glückauf in Westfalen.** — Eine besondere Form des eisernen Streckenausbaues hat man auf der Grube Neu-Iserlohn in Westfalen angewendet³⁾, wo Rahmen *aa* (Fig. 556) aus vier flachen Bogen von I-Eisen, an den Ecken durch Laschen und

Schrauben verbunden, in 4 m Entfernung aufgestellt worden sind. Zwischen je zwei solchen Rahmen werden 10 bis 13 cm starke Rundhölzer *bb* (Fig. 556 u. 557) eingelegt. Müssen dieselben ausgewechselt werden, so schraubt man die Rahmen auseinander und demnächst wieder zusammen.

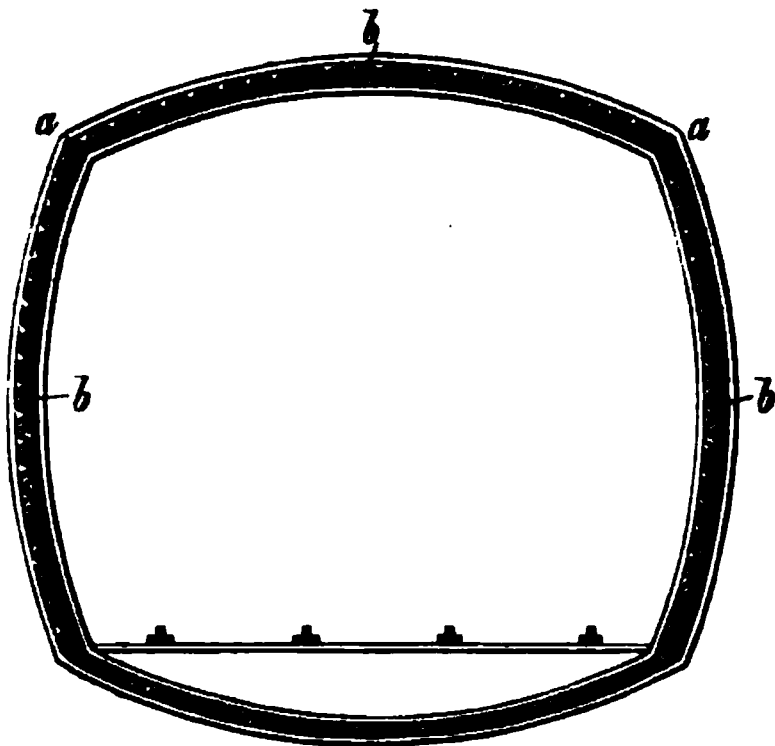


Fig. 556.



Fig. 557.

Eisenausbau auf Zeche Neu-Iserlohn.

Ein ähnlicher Ausbau ist für zweispurige Strecken und Füllörter auf der Grube Glückauf bei Barop angewendet, welcher allerdings um 24,75 Mk. für das Meter teurer als Mauerung zu stehen kam, jedoch erheblich rascher auszuführen war.

§ 50. **Eisenausbau in Gouley bei Aachen.** — Auf Grube Gouley bei Aachen ist die Hauptförderstrecke des Flötzes Meister R mit Ellipsen großen Profils ausgebaut. Dabei wurden bezahlt: Für Streckenauffahren inkl. Förderung bis zum Querschlage, ferner für den Einbau der Ellipsen und Verschalung derselben, sowie für Legen des Fördergestänges auf ein Meter fertige Streckenlänge

1) Serlo, Bgbkde. 1884. I. S. 663.

2) Pfähler in Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 121.

3) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 361.

an Arbeitslohn	6,50 Mk.
1 elliptischer Bogen	13,05 -
20 Pfähle zu Verschalung	1,00 -
1 eichene Schwelle	0,25 -
1 m Förderbahn	1,50 -
<hr/>	
Zusammen	22,30 Mk.

Die gewonnenen Kohlen wurden hierbei nicht vergütet.

§ 51. **Verwendbarkeit des Eisenaubaus.** — Für starken Druck ist Eisenausbau nicht zweckmäßig. Auf dem 164 m Querschlage der ver. Mathildengrube in Oberschlesien waren starke Eisenbahnschienen in kurzer Zeit durchgebogen, ebenso hat man am Harz die Erfahrung gemacht, daß in Feldortstrecken mit darüberliegendem Abbau starke Streckenbogen total verbogen wurden, obschon man dieselben schließlich so dicht gestellt hatte, daß Mauerung nicht teurer gekommen wäre, sich aber widerstandsfähiger erwiesen hätte.

Am besten eignet sich Eisenausbau als Ersatz für Zimmerung in solchen Wettern, welche eine rasche Zersetzung des Holzes und ein häufiges Auswechseln des letzteren erwarten lassen, ferner bei mäßigem Drucke auch als Ersatz für Mauerung, weil Eisenausbau rasch einzubringen ist und weil man die bei Mauerung in der Regel notwendige verlorene Zimmerung und außerdem, wie schon bemerkt, an Streckenweite, somit also an Gedingelohn und Förderkosten für die gewonnenen Berge spart.

Bei der Berechnung der Gestehungskosten für 1 m Länge ist außerdem zu berücksichtigen, daß sich Eisenausbau in den meisten Fällen wieder gewinnen und mindestens als altes Material, mitunter auch noch mehrmals zum Streckenausbau, verwerten läßt.

Kapitel VII.

Eisenausbau in Schächten¹⁾.

§ 52. **Eisenausbau in den neuen Saarbrücker Schächten.** — Die günstigen Erfahrungen, welche man in Saarbrücken mit dem Eisenausbau in Strecken gemacht hatte, waren dort die Veranlassung, denselben auch für Schächte in Anwendung zu bringen. Den Anfang machte man im Richardschachte der Grube Dudweiler, später hat man den Schacht Dechen III und seit dem Jahre 1874 die im Fischbachthale angelegten neuen Schächte, die Camphausen-, Kreuzgraben- und Maybach- (Tränkelbach-)Schächte mit Eisen ausgebaut. Während bei dem Schachte Dechen III ein Profil in

¹⁾ Wenderoth in Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 290 ff. — Ebenda. 1884. Bd. 29. S. 249.

der Form eines T-Eisens gewählt ist¹⁾, blieb man für die neuen großen Anlagen bei dem schon im Richardschachte angewendeten L-Eisen stehen. Dasselbe hat die in Fig. 558 in mm eingeschriebenen Maßen. Für sämtliche

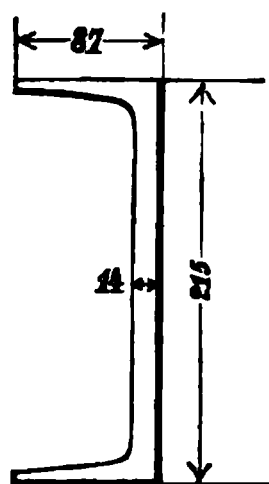


Fig. 558. Profil der eisernen Bögen für Schachtausbau in Saarbrücken.

der sechs in Rede stehenden Hauptschächte wurde der gleiche kreisrunde Querschnitt von 5,168 m, für den Camphausenschacht Nr. III jedoch nur ein solcher von 2,89 m lichter Weite gewählt.

Die Schächte sind nur so weit, als es das Gestein und die Wasserzugänge erforderten, in oberen Teufen wasserdicht ausgemauert, darunter beginnt der Ausbau mit eisernen Ringen aus dem oben erwähnten L-Eisen, dessen glatter Rücken nach außen gelegt ist. Jeder Ring, von welchem das laufende Meter ca. 42,5 kg wiegt, besteht aus vier gleichen Quadranten, welche an den Wechseln mittelst gußeiserner, genau in das lichte Profil der L-Eisen passender Laschen und einfacher, schmiedeeiserner Bolzen, von welchen symmetrisch je zwei auf das Ende eines Quadranten kommen, verbunden sind (Fig. 559 und 560).

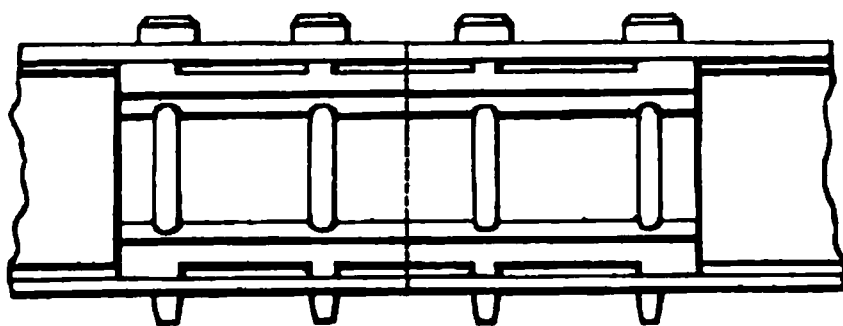


Fig. 559.

Verbindung der Schachtringquadranten.



Fig. 560.

Das Gewicht eines kompletten Ringes beträgt ca. 800 kg, die Kosten waren je nach dem Eisenpreise sehr verschieden, sie stellten sich im Jahre 1872 mit 391,09 Mk. für den Ring am höchsten, bei der letzten Vergebung indes nur auf 133,41 Mk. loco Grube.

Die Bolzen zwischen den Ringen bestehen gleichfalls aus L-förmigem Schmiedeeisen, sie sind an den Enden etwas umgebogen und mit Löchern zum Durchstecken von Schraubenbolzen versehen (Fig. 561).

Während bei den übrigen Schächten auch die Schachtscheider mit ihren Einstrichen aus Holz bestehen, sind diese, sowie die Leitungen, bei den Maybachschächten ebenfalls aus Eisen hergestellt, so daß nur noch die Verschalung der Felder aus Holz besteht. Bei dem kleinen, zum Wetterschachte bestimmten Camphausenschachte III ist auch für die Verschalung Eisenblech, welches mit den Ringen verschraubt wurde, gewählt.

Die Schachtscheider bestehen bei den Maybachschächten aus I-Eisen

1) Wenderoth, a. a. O. S. 292.

kleineren Profiles, die Leitungen aus ungleichschenkligen I- oder aus T-Eisen.

Die Schachtscheider (Einstriche) werden an den Ringen durch Bolzen (Fig. 562), unter sich durch Winkeleisen und Schrauben befestigt.



Fig. 561. Bolzen.

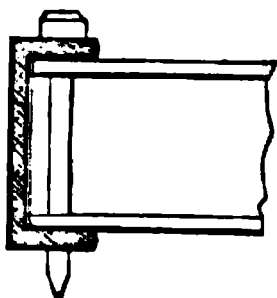


Fig. 562. Verbindung der Schachtringe und Einstriche.



Fig. 563. Befestigung der Leitungen an den Einstrichen.

Die Leitungen *l* werden durch Laschen und Schrauben (Fig. 563) an den Einstrichen *e* in ähnlicher Weise angebracht, wie Grubenschienen auf eisernen Schwellen.

Sämtliche Teile werden vor dem Einbau mit einem zweimaligen Anstriche von Mennige versehen.

Der Einbau der Ringe geschieht auf folgende Weise: Nachdem 6 m abgeteuft sind, werden vier Ringe zu gleicher Zeit eingebracht, 2 m bleiben frei, um den Ausbau nicht durch das Schießen zu verletzen. Der oberste Ring wird auf vier Träger (unter jeden Wechsel ein Träger) gelegt, welche in den Schachtstößen eingebaut sind. An diese werden zunächst die Bolzen (Fig. 564) geschraubt, sodann die Quadranten einzeln eingehängt, am Seile gleichfalls mit dem Bolzen verschraubt und schließlich durch Einlegen der Laschen und Einstecken der vier Bolzen an den Wechseln verbunden.

Sind auf diese Weise vier Ringe unter einander gehängt, so werden sie von unten nach oben einzeln abgelotet, fest verkeilt, auch wohl durch kurze eiserne Stangen gegen das Gestein abgestrebt, und schließlich mit Eichenbohlen verzogen, wobei hinter den letzteren gleichzeitig dicht mit Bergen verfüllt wird.

Jedesmal der zehnte Ring wird sodann, um ein Abreißen zu verhüten, durch eingebühnte Träger, welche in einer senkrechten Ebene mit den Einstrichen liegen, unterstützt.

Schließlich werden die Einstriche und Leitschienen eingebaut, überhaupt der Schacht betriebsfähig hergestellt.

§ 53. Kosten des Ausbaues mit eisernen Ringen und Leistungen beim Abteufen ¹⁾. — Derartige Schächte mit rundem eisernen Ausbau werden mit

¹⁾ Nasse in Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 29.

Handbohrarbeit durchschnittlich 14 bis 16 m im Monat abgeteuft, während für rechteckige Schächte in Bolzenschrotzimmerung ein monatliches Abteufen von 9 m (einschl. des Ausbaues) schon als recht günstig betrachtet wird.

Die gesamten Materialkosten stellten sich bei Maybachschacht II für 1 m Schachttiefe anfänglich auf 271,74 Mk., für den 5,2 m weiten neuen Förderschacht der Grube von der Heydt im Februar 1882 auf 266 Mk. und der gleiche Ausbau für den Schacht III der Grube Itzenplitz (ausschl. Fahrten) im Oktober 1883 sogar nur auf 199 Mk. Bezüglich der Materialkosten des Ausbaues von Wetterschächten mit 5 mm starker Blechverkleidung, welche für den Camphausenschacht III von 2,98 m Durchmesser im Jahre 1876 136 Mk. betrugen, können aus neuerer Zeit folgende Beispiele angeführt werden.

Im Jahre 1881 kosteten 70 m Ausbau eines Wetterschachtes von 2,9 m lichter Weite für die Grube Kohlwald, also fast genau von derselben Weite, wie Camphausen III und genau von derselben Konstruktion, 103 Mk. für das steigende Meter; in demselben Jahre 1 m Ausbau eines Wetterschachtes für die Grube Heinitz von 4,5 m lichter Weite, mit eisernen Ruheböden und Fahrten, auf 270 m Teufe 252 Mk. Im Mai 1882 wurde der Ausbau eines 2,5 m weiten Wetterschachtes der Grube Kohlwald in der Weise, wie der des Camphausen-Schachtes III, auf 35 m Teufe zu 113 Mk. für 1 m Schachtteufe vergeben.

In dem neuen Schächte der Grube Herzog Georg Wilhelm bei Clausthal, dessen lichte Weite 4,75 m beträgt, wiegt der Ausbau für 1 m Schacht 1225 kg und kostet 300,36 Mk. In 24 Stunden werden 8 m Schacht inkl. Einstriche und Holzverschalung fertig ausgebaut, so daß sich auch hier gegenüber der Verzimmerung ein wesentlich geringerer Zeitaufwand herausstellt.

Auch auf der Grube Samuelsglück bei Beuthen, auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz, sowie für Nebenschächte (Absinken) auf der Gabrielenzeche bei Karwin ist der eiserne Schachtausbau angewendet¹⁾.

§ 54. Einfluß des sauren Wassers. — Es mag noch bemerkt werden, daß man einen Einfluß saurer Wasser oder ein nennenswertes Rosten des Eisens in Saarbrücken bisher nicht bemerkt hat, so daß der eben beschriebene Eisenausbau für Schächte zum Ersatze für Zimmerung und Mauerung, sofern dieselbe nicht wasserdicht sein muß, unter geeigneten Verhältnissen in hohem Grade empfehlenswert erscheint.

1) Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 239.

C. Mauerung oder Ausbau in Stein.

Kapitel VIII.

M a t e r i a l.

§ 55. **Allgemeines.** — Es wird hier zunächst von der gewöhnlichen Grubenmauerung die Rede sein, während die wasserdichte weiter unten besprochen werden soll. Indes sind hier, des Zusammenhanges wegen, die für letztere gebrauchten Materialien mit zu erwähnen.

Die für die Mauerung nötigen Materialien sind Steine und Mörtel.

Mauerung ohne Mörtel heißt trockene, mit Mörtel nasse Mauerung.

Die Steine sind entweder natürliche oder künstliche (Ziegel, Schlackensteine u. s. w.).

a. Steine.

§ 56. **Natürliche Steine.** — Die natürlichen oder Bruchsteine (Sandstein, Grauwacke, Kalkstein u. s. w.) müssen in Bänken von 15 bis höchstens 40 cm Mächtigkeit brechen. Sie besitzen dann bereits zwei natürliche Lagerflächen, so daß nur noch die vordere Fläche (Kopf) und die beiden Seitenflächen zu bearbeiten sind. Trotzdem kommt die Mauerung mit Bruchsteinen, gerade wegen des Behauens, sehr teuer und kann deshalb nur beschränkte Anwendung finden. Kohlensandsteine mit kalkigem Bindemittel zerfallen an der Luft und dürfen deshalb nur bei Fundamentmauern verwendet werden.

§ 57. **Künstliche Steine.** — Von weit größerer Wichtigkeit sind für die Grubenmauerung die künstlichen Steine, besonders die Ziegelsteine (Backsteine). Die Schlackensteine (saure Schacken vom Schliechschmelzen) haben sich nur in beschränktem Maße bewährt. Bei starkem Drucke sind sie nicht widerstandsfähig genug, auch eignen sie sich nicht für nasse Mauerung, weil sie den Mörtel nicht anziehen.

Ein guter Ziegelstein muß zunächst hart und fest sein und beim Anschlagen klingen, er hat sonst nicht allein eine ungenügende Widerstandsfähigkeit gegen Druck, sondern es ergiebt sich auch beim Auf- und Abladen zu viel Verlust durch Bruch.

Gleichzeitig muß aber ein solcher Stein genügend porös sein, um etwa $\frac{1}{15}$ seines Gewichtes an Wasser aufnehmen zu können, weil er sonst den Mörtel nicht anzieht. Ziegel mit glasierter, geflossener Oberfläche sind deshalb auszuschneiden.

Ferner dürfen die Ziegelsteine an der Luft nicht zerfallen, was leicht geschieht, wenn sie aus kalkigem Lehme gebrannt sind, wodurch sie Einschlüsse von Kalk (Lederkalk, Ätzkalk) erhalten, welcher sich bei Zutritt von Feuchtigkeit löscht, dabei aufbläht und den Stein zersprengt.

Endlich müssen gute Ziegelsteine möglichst gerade Kanten und Flächen haben.

Am besten entsprechen diesen Bedingungen die garen Ziegel, während ungare zu weich und bröcklig, übergare nicht porös genug sind.

Für die preußischen Staatsbauten ist die Form der Ziegel mit 25 cm Länge, $12\frac{1}{2}$ cm Breite und $6\frac{1}{2}$ cm Dicke vorgeschrieben.

In neuerer Zeit hat man für wasserdichte Mauerung in den Schächten bei St. Étienne, und seitdem häufiger in Frankreich, künstliche Steine aus Zement verwendet. Dieselben wurden aus einer Mischung von 24 000 kg hydraulischem Kalk (Wasserkalk), 13 000 kg Zement, 48 cbm gesiebter Kohlenasche und 72 cbm feinem und sehr trockenem Sande hergestellt, welche 100 cbm Beton ergaben.

Zu einem Schachte von 3,50 m Durchmesser brauchte man für einen Umgang 13 Steine von 0,84 m Bogenlänge mit 5 mm Fugenbreite, die Länge der Steine war 30 cm, die Höhe 45 cm. Zum vollständigen Erhärten brauchten die Steine vier Monate¹⁾.

Gewöhnlich werden für denselben Zweck Klinkerziegel, d. h. Ziegelsteine aus sehr reinem, eisenfreiem Thone benutzt, welche ein scharfes Brennen ertragen und dadurch sehr hart werden, ohne an ihrer Oberfläche zu fritten.

b. Der Mörtel.

§ 58. **Luftmörtel.** — Für die gewöhnliche Mauerung braucht man Luftmörtel, für die wasserdichte dagegen hydraulischen Mörtel.

Der Luftmörtel besteht aus gelöschtem Kalke oder gebranntem Gips mit einem Zusatze von Sand, gesiebter Kohlschlacke, Schlackensand u. s. w. Dieser Zusatz soll dem Kalke eine größere Berührungsfläche darbieten, ohne ihn würde der Mörtel beim Erhärten rissig werden.

Der Kalk wird durch Brennen von Kalkstein ($Ca C O_3$), also durch Verreiben der Kohlensäure ($C O_2$) dargestellt, so daß kaustischer Kalk ($Ca O$) zurückbleibt, welcher in der Technik die Bezeichnungen gebrannter Kalk, Weißkalk, Lederkalk u. s. w. erhält.

Das Löschen geschieht in der Regel in Erdgruben oder in Kasten durch Übergießen mit Wasser unter stetem Umrühren, so lange, bis sich ein dicker weißer Brei gebildet hat.

Da derselbe sich nicht gut transportieren läßt, auch die Transportgefäße verunreinigt, so löscht man (guten, fetten) Kalk auch wohl in der Weise, daß man kleine Haufen vorsichtig mit der Brause übergießt, nach jedem Übergießen aber sorgfältig mit der Schaufel durcharbeitet, bis der Kalk zu Pulver zerfallen ist, welches nunmehr durchgesiebt, in die Grube geschafft, an Ort und Stelle mit Sand vermischt und unter Zusatz von Wasser sofort

¹⁾ Serlo, Bgbkde. 1884. I. S. 703. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2. sér. t. III. p. 723.

verbraucht wird. Für jede Arbeitsschicht muß ein neues Quantum Kalk gelöscht werden.

Je reiner das Rohmaterial (Kalkstein) war, desto fetter wird der gelöschte Kalk. Derselbe wird mager, wenn der Thongehalt des Kalksteines zunimmt, bis er schließlich die Fähigkeit des Löschens gänzlich verliert, dafür aber die Eigenschaften des hydraulischen Mörtels annimmt.

Der fette Kalk »gedeiht« beim Löschen bis zu $\frac{4}{4}$, der magere nur bis $\frac{1}{4}$ seines Volumens; der fette erträgt viel, der magere wenig Sandzusatz. Die Grenzen schwanken zwischen $\frac{2}{3}$ und $\frac{3}{4}$ bis zum dreifachen der Kalkmenge.

Bei großem Verbrauche löscht man im Spätherbste den Vorrath für den Winter in Kalkgruben ein und bedeckt ihn mit Sand oder Wasser.

Die Erhärtung des Kalkes ¹⁾ erfolgt dadurch, daß derselbe aus der Luft wieder Kohlensäure anzieht. Im Laufe langer Zeiträume zeigt sich auch eine Einwirkung des Kalkes auf den Quarzsand, indem sich eine mit dem Alter des Mauerwerkes wachsende Menge von kieselsaurem Kalke bildet.

§ 59. **Hydraulischer Mörtel.** — Die hydraulischen Mörtel ²⁾ enthalten im wesentlichen Kieselsäure, Kalk und Thonerde, wobei indes die Kieselsäure in aufgeschlossenem Zustande vorhanden sein muß.

Beim Brennen des Rohmaterials (thonhaltiger Kalkstein, bezw. Mischung von Thon, also kieselsaurer Thonerde und Kalkstein) wird nicht allein die Kieselsäure aufgeschlossen, sondern es wird auch die Kohlensäure des Kalksteines ausgetrieben. Das frei gewordene Calciumoxyd (CaO) trennt als starke Basis die durch das Brennen schon gelockerte Verbindung der Kieselsäure und Thonerde vollends und bildet demnächst bei der Erhärtung Doppelsalze von Kalk mit Kieselsäure und Thonerde, unter gleichzeitiger Aufnahme von Wasser.

Während die Luftmörtel an der Luft erhärten, sich unter Wasser aber auflösen, werden die hydraulischen Mörtel auch unter Wasser hart.

Von den letzteren hat man zu unterscheiden: Traßmörtel, natürliche oder Romanzemente, und künstliche oder Portlandzemente.

§ 60. **Traßmörtel.** — Unter Traßmörtel versteht man ein Gemenge von gelöschtem Kalk und Traß; letzterer ist gemahlener Duick- oder Tuffstein, d. h. ein vulkanischer Tuff, welcher im Brohlthale und Nettetale bei Andernach am Rhein vorkommt, und die Kieselsäure in bereits aufgeschlossenem Zustande enthält.

Ein Teil Traß kann auch durch Ziegelmehl ersetzt werden. Im allgemeinen nimmt man in Westfalen 2 Vol. Traß auf 1 Vol. Kalk und dabei Ziegelmehl zum Traß, wie 3 : 5 bis 1 : 4. Statt Ziegelmehl setzt man auch wohl etwas gesiebte Steinkohlenasche zu.

Eine Beimengung von Sand darf nur bei unwichtigen Bauten vor-

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. 447. S. 190; Bd. 49. S. 274. — Poggendorff's Annalen der Physik. Bd. 27. S. 594.

2) Dr. W. Michaelis, Die hydraulischen Mörtel. Leipzig 1869.

kommen, weil der hydraulische Mörtel dadurch nur billiger, gleichzeitig aber schlechter gemacht wird. Je stärker deshalb der Wasserdruck anzunehmen ist, um so reiner hat man den Traßmörtel zu verwenden. Derselbe muß außerdem immer frisch verbraucht werden. Die Erhärtung erfolgt frühestens in 3 bis 4 Monaten, je nach der geringeren oder größeren Beimischung.

§ 61. **Wasserkalke.** — Den Übergang zwischen dem gebrannten Kalke oder Weißkalke und den natürlichen Zementen bilden die Wasserkalke, welche durch Brennen von Kalksteinen mit 10 bis 30 % Thongehalt gewonnen werden. Alle diese Kalke zeigen hydraulische Eigenschaften, welche sich je nach dem Thongehalte bemerklich machen, lassen sich aber bei 30 % noch einlösen. Beim Gebrauche bedürfen die Wasserkalke noch eines Zusatzes von wirklichem hydraulischen Mörtel.

§ 62. **Natürlicher oder Romanzement.** — Steigt der Thongehalt eines Kalksteines über 30 %, so zerfällt er nach dem Brennen weder an der Luft noch im Wasser. Derselbe wird gemahlen, in Tonnen verpackt und unter dem Namen natürlicher oder Romanzement in den Handel gebracht.

Beim Gebrauche wird der Romanzement mit Wasser angemacht und mit Sand vermengt, der aber lediglich die Masse vermehren, also billiger machen soll. Bei der Schachtmauerung auf der Zeche ver. Präsident bei Bochum mengte man 2 Teile Romanzement mit 1 Teil Sand; ferner für Dämme dasselbe: 2 und 3 Teile Zement mit 3 Teilen Sand.

Die natürlichen Zemente erhärten schon in 15 bis 20 Minuten, sind also auch für solche Zwecke vorteilhaft zu verwenden, bei denen man eine rasche Erhärtung wünscht.

§ 63. **Künstlicher oder Portlandzement¹⁾.** — Da das Vorkommen von Kalksteinen mit gerade passendem Thongehalte in der Natur ziemlich selten und der letztere außerdem schwankend ist, so mischt man thon- und kalkhaltige Gesteine derart, daß sich ein richtiges Verhältnis zwischen Thon und Kalk ergibt. Dieses Gemenge, ebenfalls gebrannt, gemahlen und in Fässer verpackt, heißt Portlandzement.

Derselbe hat vor dem Romanzemente den bedeutenden Vorzug, daß man ihm durch Mischung jeden beliebigen Grad von Binfähigkeit geben kann. Die Erhärtung erfolgt etwas langsamer, als beim Romanzemente.

Auch den Portlandzement vermischt man vor dem Zugießen von Wasser mit einem möglichst schlammfreien, quarzigen und körnigen Sand, wobei sich eine Mischung von 1 Teil Zement und 2 Teilen Sand empfiehlt; bei gutem Zemente und wenig wichtigen Zwecken kann man aber bis auf 3 Teile Sand bei 1 Teil Zement steigen.

Die Zementtonnen werden von allen Fabriken in gleicher Größe und

¹⁾ Serlo, Bgbkde. 1878. I. S. 594. — Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst. Bd. 4. S. 774. — Schubarth, Handb. der techn. Chemie. Bd. 2. S. 363. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 202. S. 434.

Form von 0,400 cbm Inhalt, 187½ kg Netto- und 200 kg Bruttogewicht angewendet.

§ 64. **Beton.** — Beton ist eine Mischung von hydraulischem Mörtel mit Sand, Gerölle, Bruchstücken von Ziegeln, Sandstein, Schlacken u. s. w. Beim Grubenausbau wird Beton besonders zur Hinterfüllung von wasserdichtem Ausbau, u. a. bei der hölzernen Cuvelage und bei Bohrschächten angewendet.

Kapitel IX.

Mauerung in Strecken und Abbauen.

§ 65. **Mauerungsarten.** — Die einfachste und gewöhnlichste Art der Mauerung in Strecken und Abbauen ist die geradstirnige Scheibenmauer, während die krummstirnige, d. h. eine Scheibenmauer mit flach gewölbter Vorderfläche nur da vorkommt, wo ein stärkerer Seitendruck abzuwehren ist, und wo man in Firste und Sohle geeignetes Gestein für das Anbringen der Widerlager hat.

Die geradstirnige Scheibenmauer kann trocken und naß, senkrecht und mit Böschung hergestellt werden.

Trockene Scheibenmauern, aus Bruchsteinen hergestellt, kommen u. a. in den Firstenbauen auf solchen mächtigen Gängen vor, in denen große und schwere Erzpartien in mildem Schiefer eingelagert sind und deshalb, durch keinerlei Spannung eingeschränkt, einen enormen Druck ausüben, welchem Zimmerung schwer zu widerstehen vermag.

Auf der Grube Hülfe Gottes bei Grund am Harz¹⁾ führte man früher unter solchen Umständen unter jedem Stoße aus guten Bruchsteinen zwei trockene Scheibenmauern *aa* (Fig. 564) in der Mitte zwischen Hangendem und Liegendem auf, so daß eine Strecke zur Förderung und Fahrung offen blieb. Rechtwinklig dagegen wurden die Scheibenmauern *b* gestellt und deren Zwischenräume mit Bergen verfüllt. Die Steine wurden in einem dicht beim Schachtgebäude liegenden Bruche gewonnen. Ebenso gehören hierher die trockenen Scheibenmauern, welche man aus groben Stücken des Nebengesteines beim Strebebau anwendet, um Förder-

a a

Fig. 564. Verwahrung der Firstenstöße auf der Grube Hülfe Gottes am Harz.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1839. S. 198 u. 199.

strecken im Bergeversatze offen zu erhalten, ferner die aus tauben Ganggesteinen hergestellten Abgestemme in den Firstenbauen u. s. w.

Auch die flachen, zwischen Hangendem und Liegendem eingespannten Bogen, z. Th. aus Schlackensteinen, gehören zur trockenen Mauerung in Strecken und Abbauen. Dieselben werden u. a. in den wenig mächtigen Freiburger Gängen an Stelle der Firstenkasten in den Gezeugstrecken angewendet (Fig. 565).

In Sachsen nimmt man an, daß derartige Gewölbe unter Verwendung von Gneiß bei 0,6 m Weite, sowie einer Spannung von 125—200 mm auf 1 m Länge und 288 mm Stärke, einen Bergeversatz von 42 m Höhe tragen können. Man hat dafür die praktische Formel: $s = 0,32 \sqrt{a}$, und bei sehr starkem Drucke: $s = 0,35 \sqrt{a}$; a bezeichnet die Spannweite in m, s die Mauerstärke des Gewölbes in mm¹⁾. Im übrigen kommt in den Abbauen die eigentliche Mauerung weniger vor, hat aber um so größere Wichtigkeit für den Ausbau der Strecken.

Fig. 565.
Mauerbogen in Gezeugstrecken.

§ 66. Scheibenmauerung in Füllörter, Hauptquerschlägen u. s. w. — Zunächst sind hier die Scheibenmauern zu erwähnen, welche zum Ausbau von Füllörter und Hauptquerschlägen benutzt werden, und auf welche man eiserne Kappen in gerader, oder nach Saarbrücker Vorgange in gewölbeartig gebogener Form (Fig. 547, S. 500), außerdem auch hölzerne Kappen legt.

Gegen seitliches Verschieben schützt man die Scheibenmauern durch Einsetzen in einen Schlitz von etwa 16 cm Tiefe. Ist die Festigkeit des Gesteines in der Sohle gering und der Seitendruck stark, dann ist zwischen dem Fuße der Scheibenmauer ein nach unten gerichteter Bogen zu spannen, jedoch hat man in solchem Falle zu überlegen, ob es nicht besser ist, die Scheibenmauerung, welche eigentlich nur für Firstendruck bestimmt ist, ganz aufzugeben und runde oder elliptische Mauerung anzuwenden, welche bei fester Sohle unten offen gelassen werden kann.

Das Eindringen der Scheibenmauern in die Sohle verhütet man durch Unterlegen von Balken oder starken Bohlen.

§ 67. Gewölbemauerung. — Hat man hauptsächlich starkem Firstendrucke zu begegnen, so stellt man die Oberfläche (= den Kopf) der Scheibenmauern als Widerlager her und spannt ein Gewölbe darüber, dessen

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 723.

Spannung a (Fig. 566), d. i. der rechtwinklige Abstand des Scheitels von der Mitte einer 4 m langen Sehne, mit der Größe des Druckes wächst.

Das Herstellen der Gewölbe geschieht mit Lehrbogen und darauf angebrachter Verschalung, welche aber nur von Lehrbogen zu Lehrbogen reicht, also etwa 4 m lang ist. — Bisweilen wird auch bei Ziegelsteingewölben die Lehre einfach dadurch hergestellt, daß man zwischen den vorderen Punkten der Widerlager dünne, biegsame Brettstreifen von gleichmäßiger Stärke ausspannt, was noch den Vorteil hat, daß die Strecke weniger verbaut wird und daß die Maurer bequemer arbeiten können, als bei Lehrbogen mit Verschalung.

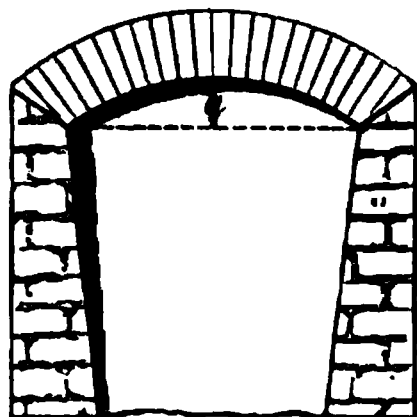


Fig. 566. Gewölbemauerung.

Gewölbesteine werden von beiden Widerlagern aus, der Schlußstein also zuletzt eingesetzt. Schließlich verfüllt man den Raum über dem Gewölbe dicht mit Bergen.

Kommt Druck von allen Seiten, so wird eine geschlossene Mauerung mit kreisförmigem Querschnitte (Tonnengewölbe), für eingleisige Strecken auch die elliptische Form angewendet.

Auf der Braunkohlengrube Marie Luise bei Neindorf hat die Ellipse Durchmesser von 4,175 und 4,975 m. Die Mauerstärke beträgt $42\frac{1}{2}$ cm. Die Kosten für 4 m Mauerung betrugen:

a. Für Material:

300 St. Ziegelsteine, 4000 St. 30 Mk.	= 9,00 Mk.
0,6 hl Kalk à 1,66 Mk.	= 1,00 -
0,3 cbm Sand à 2,25 Mk.	= 0,68 -
Summe a:	10,68 Mk.

b. Für Arbeitslohn:

	6,00 Mk.
Zusammen:	16,68 Mk.

§ 68. Tragewerk und Wasserseige. — Um die Schwellen für das Tragewerk und für die Förderbahn anbringen zu können, stellt man bei Scheibenmauern kurze Hölzer a auf die Sohle (Fig. 567, S. 516), zwischen welchen die Stege b mit Überschnittenem fest eingetrieben werden.

Bei geschlossener Gewölbemauerung verstärkt man die Mauerung bis etwas über die Wasserseige und legt die Schwellen auf die dadurch gebildeten Flächen (Fig. 568, S. 516).

Will man die Strecke zur Pferdeförderung verwenden, so überspannt man die Wasserseige mit einem flachen Bogen, in welchem jedoch behufs Reinigung der Wasserseige Einsteigelöcher gelassen werden müssen, und bedeckt den Bogen mit Bergen, deren Oberfläche man entweder pflastert

(mit Steinen oder Hirnholz), oder mit feinem Gebirge einebnet und fest stampft.

Derartig überwölbte Wasserseigen sind auch für die Wetterführung zu benutzen, indem in denselben die verbrauchten Wetter und der Pulverdampf vom Orte her zurückgehen können.

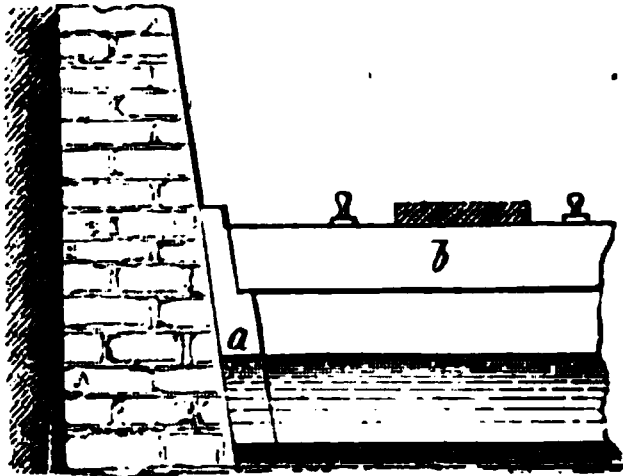


Fig. 567.

Anbringen des Tragwerkes in Streckengewölben.

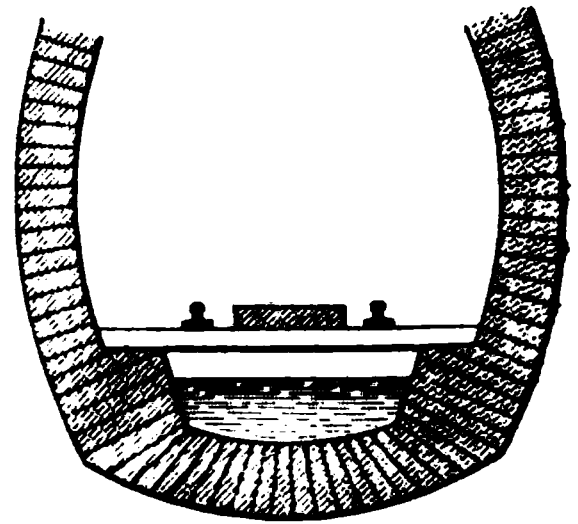


Fig. 568.

Herstellen der Wasserseige in geschlossenen Gewölben.

§ 69. **Mauerstärke und verlorene Zimmerung.** — Die Stärke der Mauern beträgt bei Ziegeln, wenn es auf Verband ankommt, $4\frac{1}{2}$ Steine, sonst 1 oder 2 Steine.

Der Mauerung muß in den meisten Fällen ein verlorener Ausbau in Holz vorausgehen, dessen lichte Weite derjenigen der Strecke einschließlich der Mauerstärke entspricht, und welcher bis auf die Verzughölzer gewöhnlich wieder gewonnen werden kann.

Bei sehr druckhaftem, besonders bei schwimmendem Gebirge muß man zu dem Zwecke zuerst die Spitzen der Getriebepfähle untermauern und rückwärts anschließen.

Kapitel X.

Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten.

§ 70. **Allgemeines.** — Sobald es sich nur um das Verkleiden der Schachtstöße, nicht auch darum handelt, die Wasser abzuschließen, kann die Ausmauerung von unten nach oben in einem Stücke oder in Absätzen erfolgen. Im ersten Falle muß ein vollständiger, verlorener Holzausbau vorausgehen, den man jedoch beim Ausmauern größtenteils wieder gewinnt. Beim absatzweisen Ausmauern dagegen ist entweder gar keine verlorene Zimmerung, oder doch nur eine solche für jeden Absatz nötig, welche man nach vollendeter Mauerung für das Abteufen des folgenden Absatzes ebenfalls wieder gewinnt.

Die Form der Schächte ist für die Mauerung am besten kreisrund, seltener wendet man die ovale Form an, welche schwieriger herzustellen ist, als die runde, ohne deren Vorteile in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen den Gebirgsdruck zu bieten.

Die Mauerstärke beträgt bei sehr weiten Schächten und Ziegelmauerwerk höchstens $1\frac{1}{2}$ Steine, für Schächte von geringer Weite genügt 1 Stein.

Im letzteren Falle und bei rundem Querschnitte wendet man übrigens vielfach keilförmige Ziegelsteine an, wobei sowohl an Mörtel, als auch an Zeit und Arbeitslohn gespart wird.

Bei vier flachen Bogen, oder krummstirnigen Scheibenmauern, hatte man in Saarbrücken¹⁾ bei Bruchsteinen eine Mauerstärke von 471 bis 523 und 628 mm, sowie eine Spannung von 80 bis 125 mm. Gaetzschmann giebt die Spannung zu 30 bis 60 mm für 1 m Sehne an.

Die Mauerung geschieht von einer festen oder besser von einer fliegenden Bühne (§ 98) aus. Demanet²⁾ giebt an, daß man bei guter Einrichtung der Arbeit von einer fliegenden Bühne aus mit der Mauerung bis zu 2,50 m täglich aufrücken könne.

Soll während der Ausmauerung abgeteuft werden, so geht durch die fliegende Bühne hindurch ein durch Verschlagen mit Schwarten hergestelltes Trumm zum Fördern der Berge, während das Mauermaterial durch besondere Haspel auf die Bühne gelangt. Selbstverständlich ist dies nur bei Schächten von genügendem Querschnitte möglich.

§ 71. **Mauerung in einem Stücke.** — Die vom tiefsten Punkte beginnende und bis oben hin in einem ununterbrochenen Stücke auszuführende Schachtausmauerung fundamementiert man in oder auf einer festen, unzerklüfteten Gesteinsschicht, entweder in der bei der wasserdichten Mauerung angewendeten Weise, indem man dem Mauerfuße eine doppelt konische Form giebt (§ 97), oder indem die Mauer mit einer fußähnlichen Verstärkung (Fig. 569) auf die Sohle gestellt wird. Da man hierbei jedoch einen Teil des Mauergewichtes auf die Schachtstöße unterhalb der Mauerung überträgt, so sichert man die Schachtstöße durch einige Meter ganze Schrotzimmerung, bevor man mit Bolzenschrotzimmerung fortfährt.

Für die Anbringung von Einstrichen, welche die Schachtscheider bilden sollen, sowie für Pumpen- und Bühnenlager, müssen in der Mauerung Vorkehrungen getroffen werden, welche, wenn auf Auswechseln Bedacht zu nehmen ist, so einzurichten sind, daß die betreffenden Hölzer leicht eingelegt und weggenommen werden können.

Fig. 569. Einfacher Mauerfuß.

1. Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 8. S. 161. 2. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke von Ch. Demanet. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1883. S. 121.

Zu dem Ende läßt man entweder Nischen offen, oder man mauert, wie bei der wasserdichten Ausmauerung, einzelne etwas vorragende Bruchsteine, auch wohl eiserne Konsolen mit ein, oder stellt die letzteren dadurch her, daß man einzelne Steine vorkragen läßt. Dabei müssen jedoch kleine Nischen in die Mauerung eingehauen werden, damit die Einstriche u. s. w. nicht seitwärts herausgedrängt werden können.

Die verlorene Zimmerung ist entweder viereckig, oder, wenn man das Heraushauen der Ecken im Gestein ersparen will, besser polygonal einzurichten.

Auf Zeche Dannenbaum bei Bochum verwendete man zu diesem Zwecke eine achteckige Zimmerung in Bolzenschrot. Über Tage legte man zunächst

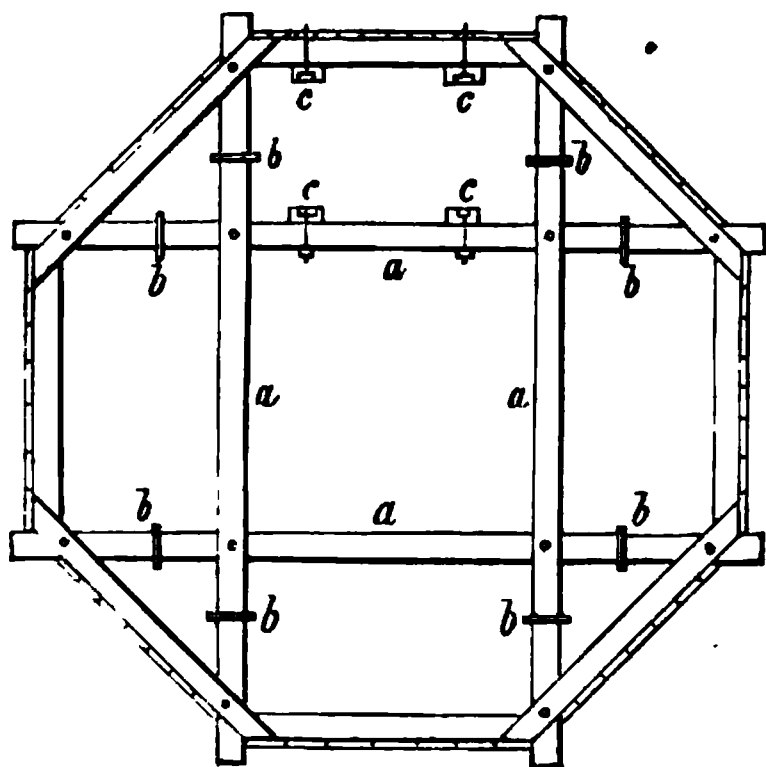


Fig. 570.
Verlorene Zimmerung.



Fig. 571.

vier Tragehölzer *a* (Fig. 570) von je 8 m Länge und 16 bis 18 cm Stärke, an denen man mittelst eiserner Haken *b* (Fig. 571) von 1,81 m Länge die übrigen für die Schachtscheider, sowie für das Aufnehmen der Spurlatten *c* bestimmten Tragehölzer von 6 m Länge aufhing. Über jedes dritte bis sechste Gevierte, je nach Festigkeit der Schachstöße, wurden Tragehölzer im festen Gesteine eingebüht.

In dem 5,02 m weiten Schachte der Zeche Hugo bei Buer (Westfalen) wurden bei 60 bis 602 m Teufe im Monate durchschnittlich 18 m inkl. Abteufen, Ausmauern und Einbauen der Schachthölzer fertig gestellt. Die Mauerung war $4\frac{1}{2}$ Steine stark und die Belegschaft bestand aus 4 Kameradschaften von je 8 Mann. Das Gedinge für die Ausmauerung war 300 Mk. für 1 m einschließlich des Lohnes für die Maschinisten und Heizer. In einem Tage wurden 5 m fertig gemauert.

§ 72. Absatzweise Ausmauerung. — Man verfährt dabei im allgemeinen derart, daß man zunächst ein Stück abteuft, dasselbe ausmauert, demnächst wieder abteuft u. s. w.

Haben die Schachstöße so viel Festigkeit, daß man ohne Gefahr etwa 10 m in einem Stücke abteufen kann, so ist es am vorteilhaftesten, jeglichen verlorenen Ausbau fortzulassen und das abgeteufte Stück sogleich auszumauern.

Bei nicht genügender Festigkeit muß ein leichter, verllorener Ausbau in Holz oder Eisen eingebracht werden, welcher ohne Beschädigung leicht auseinander zu nehmen und wieder zusammen zu setzen ist, so daß man ihn für jedes folgende Abteufen wieder verwerten kann.

Ein solcher hölzerner Ausbau kann aus rund geschnittenem Tannenholze von $1\frac{1}{2}$ cm Stärke hergestellt werden, dessen vier Quadranten man durch Laschen und Schrauben verbindet (Fig. 572). Jeder Ring wird gut verkeilt, die Felder werden verzogen, und unter jeden Wechsel ein Bolzen gestellt.

In Oberschlesien werden Ringe von folgender Konstruktion häufig angewendet: Man legt zwei Reihen von Pfostenstücken aufeinander, deren Außenkanten, der Weite des Schachtes entsprechend, roh abgerundet sind (Fig. 573 und 574).

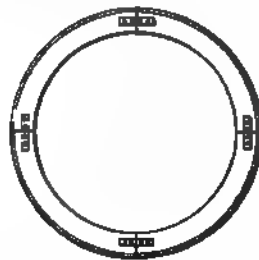


Fig. 572. Verlorener Holzabau bei absatzweiser Mauerung.

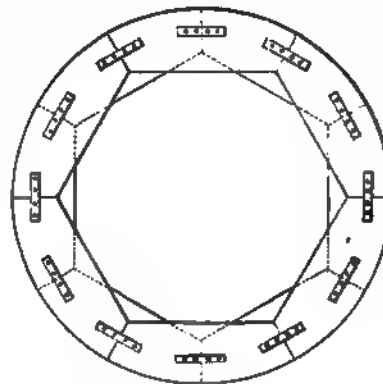


Fig. 573.



Fig. 574. Verlorener Holzabau in Oberschlesien.

Über die Wechsel kommen Laschen und Schrauben. Die Ringe werden ebenfalls nach Art der Bolzenschrotzimmerung eingelegt und die Felder verzogen. Ein solcher Ring kostet etwa 65 Mk.

Beim Ausmauern des Viktoriaschachtes II der Grube Gerhard bei Saarbrücken (vergl. § 73) verwendete man für den verlorenen Ausbau Ringe, welche aus vier Segmenten von L-Eisen ($215 \times 87 \times 14$ mm) bestanden¹⁾.

Da die Fundamentierung der Schachtmauer hierbei häufig vorkommt, so muß sie einfach und billig sein. Für die runde Form legt man deshalb in Couchant de Mons, ferner im Departement du Nord in Frankreich, sowie in England, radfelgenartig zusammengesetzte Holzkränze auf die Sohle und setzt die Mauer darauf. Beim weiteren Abteufen bleibt zunächst eine Gesteinsbrust stehen, unterhalb welcher erst allmählich die richtige Weite des Schachtes wieder gewonnen, und welche beim Aufrücken des unteren Absatzes stückweise entfernt wird, um den Anschluß an den oberen Absatz herstellen zu können.

Fig. 575. Mauerfuß mit Gesteinsbrust.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 33. S. 223.

Der Holzkranz, dessen einzelne Teile durch Zapfen verbunden, oder auch einfach stumpf zusammengestoßen sind, wird sorgfältig horizontal gerichtet, gut verkeilt, bleibt nachher stecken und dient zum Anheften der Schachtscheider und sonstiger Auszimmerung des Schachtes.

Sind die Absätze so groß, daß die Mauerung vollständig erhärten kann, bevor man den Anschluß herstellt, dann legt man, wie im Scherbeningsschachte bei Scharley, gußeiserne, durch Laschen und Schrauben verbundene Kranzteile ein, welche man nach dem Entfernen der Gesteinsbrust wieder gewinnt.

Im Köhlerschachte der ver. Mathildegrube (Oberschlesien) wurden zum gleichen Zwecke zwei konzentrische, aus je zwei Hälften bestehende Ringe von alten Eisenbahnschienen ohne Laschenverbindung angewendet, welche man später stecken ließ.

Weniger zweckmäßig, weil das gleichmäßige Setzen der Mauerung hindernd, ist das Verfahren, Tragejöcher im festen Gesteine einzubühnen und durch Auflegen von Pfostenstücken für runde Form eine polygonale, für elliptische dagegen eine derselben entsprechende Unterlage zu schaffen¹⁾.

§ 73. Kosten des absatzweisen Ausmauerns und Leistungen. — Das stückweise Ausmauern des 4,4 m weiten Viktoriaschachtes II der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat für 4 m Schachttiefe gekostet an:

1. Material	129,50 Mk.
2. Einstrichen und Leitungen in Eisen	70,00 -
3. Arbeitslöhnen	96,00 -
<hr/>	
Im Ganzen	295,50 Mk.

Die Mauerstärke war $4\frac{1}{2}$ Steine = 0,325 m.

Für einen Schacht von dem Durchmesser und der Einteilung des Maybachschachtes II würden sich diese Kosten bei einer Mauerstärke von zwei Ziegelsteinen (= 0,50 m) auf etwa 420 Mk., einschließlich der Fahrten, Bühnen und Schachtscheider in Holz, auf höchstens 450 Mk., d. i. etwa um die Hälfte höher, als die des Ausbaues in Holz und Eisen stellen.

An Zeit erfordert das Fertigstellen eines nicht wasserdicht ausgemauerten Schachtes ein Drittel bis höchstens die Hälfte mehr, als die Vollendung eines mit eisernen Ringen ausgebauten Schachtes, da beim Ausbauen mit verlorener Zimmerung immer monatlich einige Meter mehr abgeteuft werden, als wenn der Ausbau definitiv erfolgen muß, und da bei der späteren Mauerung auf eine monatliche Leistung von 30 bis 35 m gerechnet werden kann.

1) Ponson, Traité de l'expl. des mines de houille. tome I. p. 372 u. 374.

2) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 28.

D. Wasserdichter Ausbau.

§ 74. **Allgemeines.** — Der wasserdichte Ausbau ist in erster Linie für Schächte wichtig und hat zunächst den Zweck, das Eindringen des Wassers in den Schacht zu verhindern, gleichzeitig aber auch den Gebirgsdruck aufzunehmen.

Da, wo die Umstände seine Anwendung zweckmäßig erscheinen lassen, gewährt der wasserdichte Ausbau wesentliche Vorteile, indem er eine kostspielige Wasserhaltung entbehrlich macht und die Trockenlegung der umliegenden Brunnen verhindert, wodurch Prozesse und teure Anlagen zur Wiederbeschaffung des entzogenen Wassers vermieden werden.

Ist jedoch zu befürchten, daß die im Schachte abgesperrten Wasser während des Abbaues der Lagerstätten dennoch in die Grube gelangen, so ist wasserdichter Ausbau der Schächte um so mehr zu vermeiden, als er an und für sich kostspieliger ist, als gewöhnlicher Ausbau.

Als Beispiel eines, im ganzen seltenen, wasserdichten Ausbaues mit eisernen Tubblings in einer Strecke ist derjenige auf der Tiefbauanlage Krug von Nidda bei Iserlohn¹⁾ zu erwähnen. Man fuhr bei 430 m Tiefe mit einem Querschlage eine wasserreiche Kluft an, welche, 4 m mächtig, mit sandigem Letten gefüllt und von verschiedenen kleineren Parallelklüften begleitet war, so daß man den Tubbingausbau im ganzen 47,15 m lang machen mußte.

Dieser schloß auf beiden Seiten mit Keilkränzen ab, wurde nach dem Verkeilen der in die Fugen gebrachten Fichtenbretter verschraubt, war aber im übrigen dem eisernen Ausbau in Schächten ganz ähnlich (Kap. 44, §§ 84 bis 84).

Der wasserdichte Ausbau kommt sowohl in festem, als auch in schwimmendem Gebirge vor. Es unterscheidet sich danach sowohl die Art und Weise des Ausbaues, als auch des Abteufens der Schächte.

In festem Gebirge mit mäßigem Wasserreichtume werden die Schächte in gewöhnlicher Weise abgeteuft und darauf mit einem wasserdichten Ausbau in Holz, Eisen oder Stein versehen.

In festem Gebirge mit großem Wassergehalte wendet man die Bohrschächte, im schwimmendem Gebirge die Senkschächte, das Verfahren von Poetsch (§ 460) oder von Haase (§ 464) an.

Oft kommt es vor, daß bei einem und demselben Schachte mehrere dieser Ausbau- und Abteufemethoden in Anwendung kommen müssen, so in Westfalen, Belgien und Frankreich, wo das Steinkohlengebirge zunächst von wasserreichem Kreidemergel, dieser wieder von diluvialen oder alluvialen Massen (Schwimmsand) bedeckt ist. Die letzteren durchteuft man

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 237.

mit einem Senkschachte, den festen Kreidemergel entweder mit einem Bohrschachte, oder mit Wasserhaltung und nachfolgendem wasserdichten Ausbau, während man im darunter folgenden Steinkohlengebirge mit gewöhnlichem Ausbau in Holz, Stein oder Eisen fortfährt.

Kapitel XI.

Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit mäßigem Wasserreichtum.

a. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Holz.

§ 75. **Beschreibung des Verfahrens.** — Der wasserdichte Ausbau in Holz, oder die hölzerne Cuvelage¹⁾ ist besonders in Couchant de Mons (Belgien) und im nördlichen Frankreich beim Durchteufen wasserreicher Kreideschichten in Anwendung gewesen.

Die Ausführung geschieht in der Weise, daß man immer einzelne Absätze von 5 bis 6 m Höhe und darüber einbringt. Hat man nämlich einen oder mehrere starke Zuflüsse beim Abteufen aufgeschlossen, so sperrt man dieselben durch die Cuvelage zunächst ab, so daß sie den Pumpen nicht mehr zur Last fallen, und setzt dann erst das Abteufen fort.

Die Höhe der Absätze richtet sich aber nicht allein nach dem aufgeschlossenen Wasserquantum, sondern auch nach dem Auffinden fester, wassertragender Schichten, in denen man das Fundament für jeden Absatz der Cuvelage anbringen kann.

Die hölzerne Cuvelage erhielt bis 1820 einen quadratischen, seitdem einen polygonalen Querschnitt von gewöhnlich 10 Seiten mit eingeschriebenem Kreise von 3 bis 4 m Durchmesser. Sie ist ferner eine ganze Schrotzimmerung und besteht aus Trage- oder Keilkränzen und Aufsatzkränzen.

§ 76. **Einbringen der Keilkränze.** — Die Keilkränze, Picotagekränze (trousses picotées, sièges, engl. wedging cribs), haben den Zweck, gewissermaßen eine künstliche wassertragende Schicht im Schachte zu bilden, welche gegen das Gestein vollkommen abzudichten ist, außerdem dienen sie als Fundament für die Aufsatzkränze. Sie bestehen aus Eichenholz, sind in den Wechsell mit kleinen Zapfen verbunden und mehr breit als hoch. Die Stärke der Keilkränze sowohl, als diejenige der Aufsatz- (Cuvelage-) Kränze nimmt mit der Tiefe und dem Durchmesser zu, und zwar die Stärke der Keilkränze

¹⁾ Ponson, a. a. O. t. I. p. 413 ff. — Karsten's Archiv. 1840. S. 3.

bis 60 m Teufe von 22 auf 24 cm, diejenige der Cuvelagekränze von 11 auf 16 cm.

Die Keilkränze werden entweder auf die mit Schlägel und Eisen geebnete Gesteinssohle, oder auf besondere Tragekränze (*plates trousses* in Belgien, *trousses colletées* in Frankreich) gelegt, welche fest gegen das Gestein verkeilt sind und eine genaue wagerechte Oberfläche haben. Bei größeren Druckhöhen legt man mehrere Keilkränze übereinander.

Zwischen Keilkranz und Gestein bleibt ein Zwischenraum von 8 bis 10 cm. In diesen setzt man Bohlenstücke (*lambourdes*) aus weichem Holze von der Höhe der Kränze und etwa 5 cm Stärke ein, welche man zunächst durch Keile gegen den Keilkranz treibt. Den dadurch gebildeten freien Raum stampft man unter Fortnehmen der Keile dicht mit Moos aus und preßt dasselbe durch Verkeilen zwischen *lambourdes* und Keilkranz gegen das Gestein, wobei die Unebenheiten desselben ausgefüllt werden und somit die Abdichtung erreicht ist.

Zum Verdichten des Moores setzt man zunächst Plattkeile aus Weidenholz, mit dem starken Ende nach unten ein und verkeilt sodann ebenfalls mit Plattkeilen, so lange dieselben ziehen. Die nicht vollständig eingetriebenen Keile werden weggestemmt.

Sodann folgt das Pikotieren oder Verkeilen mit Spitzkeilen (*picots*) von verschiedener Länge und Stärke. Zunächst wird zweimal mit Spitzkeilen aus weichem Holze, sodann mit solchen aus hartem Holze verkeilt und dabei mit einem Spitzhammer (*agrafe à picoter*) vorgeschlagen.

Hat sich bei dieser, das Moos zu einer harten Masse von geringer Dicke zusammenpressenden Arbeit der Keilkranz geworfen, so wird er durch Abhobeln an der Oberfläche gerichtet und ist nunmehr zur Aufnahme der Aufsatzkränze geeignet.

§ 77. **Aufsetzen der Cuvelagekränze und Betonieren.** — Die Aufsatz- oder Cuvelagekränze werden über Tage nach Schablonen, und zwar die einzelnen Teile, welche stumpf zusammengestoßen werden, in verschiedener Höhe angefertigt, damit die horizontalen Fugen nicht durchgehen. Die Stücke zweier aufeinander liegenden Kränze werden durch Dübbel verbunden.

Beim Einbringen der Cuvelagekränze wird der leere Raum dahinter mit Beton ausgefüllt und damit erst der eigentliche wasserdichte Körper hergestellt, für welchen die Cuvelage als innerer Mantel dient.

§ 78. **Einbringen des Anschlußkranzes.** — Nähert man sich einem oberen Keilkranze, so wird die Gesteinsbrust, welche in früher schon erwähnter Weise beim Abteufen stehen gelassen war, stückweise entfernt und der Anschlußkranz genau nach Maß eingelegt.

Das letzte Stück desselben, welches durchbohrt und mit einer eisernen Handhabe versehen ist, legt man vorher in eine zu diesem Zwecke im Gesteine hergestellte Nische, und zieht es schließlich an der Handhabe herein. Dreht man diese sodann um, so fällt die hinten festgestellte Mutter ab und

man kann die Handhabe herausziehen. Durch das Loch bringt man mit Betonspritzen, oder durch Überdruck von höher gestellten Kasten her, dünnen Beton hinter den obersten Kranz und verspundet schließlich das Loch.

§ 79. **Beendigung der Arbeit.** — Nachdem noch die Horizontalfugen verkeilt und von oben nach unten mit geteerten Hanffäden, alten aufgedrehten Seilen u. s. w. kalfatert sind, ist die Arbeit beendet.

Zeigt sich nach einiger Zeit, daß die Kalfaterung herausgedrängt wird, so nagelt man dünne Leisten über die Fugen.

Zur Anbringung der Schachtscheider, Bühnen- und Pumpenlager werden eiserne Träger angeschraubt.

§ 80. **Andere Arten des wasserdichten Ausbaues in Holz.** — Bei Sol-
schächten, welche nicht lange offen erhalten werden sollen, hat man früher auf den Salinen Dürrenberg und Kösen¹⁾ in eine verlorene Bolzenschrot-
zimmerung eine mit Nut und Feder verbundene Schrotzimmerung gesetzt und den Zwischenraum mit Thon und Letten ausgestampft²⁾.

In England wendete man auch für tiefere runde Schächte zweierlei Arten von wasserdichtem hölzernen Ausbau³⁾ an, nämlich das plank tubing und später solid wood tubing, von denen das letztere den Übergang zur eisernen Cuvelage bildete, welche jetzt überhaupt an die Stelle der beiden genannten Ausbaumethoden getreten ist. Bei dem plank tubing wurden hinter hölzernen Kränzen (wedging crib, Keilkranz und spiking crib, Hilfskranz) faßdaubenartig geschnittene Bohlen gesetzt. In das Innere dieses Ausbaues brachte man schließlich die eigentlich stützende Zimmerung (main cribs) ein.

Bei dem solid (curb) tubing kamen die Kränze dicht zusammen, zwischen alle Fugen aber legte man Brettstücke, welche demnächst pikotiert wurden.

b. Wasserdichter Ausbau (Cuvelage) in Gußeisen.

§ 81. **Beschreibung des Verfahrens.** — Die Cuvelage in Gußeisen ist nur für runde Schächte anwendbar. Zuerst ist sie in England etwa um das Jahr 1795 und zwar in Form von geschlossenen eisernen Ringen eingeführt, später wurden die Ringe in Segmente geteilt.

Das Wesentliche dieses Ausbaues besteht darin, daß er ebenso, wie die hölzerne Cuvelage, nach Maßgabe der beim Abteufen aufgeschlossenen Zuflüsse und des Auffindens fester, wassertragender Gesteinsschichten in Absätzen eingebaut wird und zwar ebenfalls in Form von Keilkränzen (wedgings cribs) und Aufsatzkränzen (tubs), welche aus einzelnen Segmenten zusammengesetzt sind.

1) Jetzt Solbad Kösen.

2) Karsten's Archiv. Bd. 14. S. 54, 95.

3) Ponson, t. I. p. 446. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 744.

Die Dichtung sämtlicher Fugen, von denen diejenigen zwischen den stumpf zusammenstoßenden Segmenten, also die Vertikalfugen, in Verband gelegt werden, wird durch trockene, radial gelegte, und astfreie, fichtene oder kieferne Bretter von 42 mm Stärke bewirkt, welche demnächst verkeilt werden. Der Raum hinter dem Eisen wird einfach mit Bergen oder besser mit Beton ausgefüllt.

Auf der Steinkohlenzeche König Ludwig im Bergreviere Recklinghausen, sowie im Ernst-Solvay-Steinsalzschachte zu Roschwitz bei Bernburg und im Kalisalzschachte III zu Leopoldshall¹⁾, hat man die Dichtung der an den Berührungsflächen genau abgehobelten Tubblings teilweise in derselben Weise mit Bleiblech und durch Zusammenschrauben bewirkt, wie es bei der Cuvelage der Bohrschächte geschieht.

Nach Lueg sind die unbearbeiteten Tubblings für Tiefen von über 300 m nicht mehr empfehlenswert, jedoch muß hervorgehoben werden, daß nach den Erfahrungen im Steinsalzschachte zu Schönebeck unter dem hohen Drucke von fast 300 m Wassersäule die Holzpikotage noch anwendbar ist.

Die Stelle für das Auflegen des Keilkranzes muß, wenn es die Gesteinsverhältnisse gestatten, nach Stichmaß von der Unterkante des oberen Keilkranzes her so gewählt werden, daß die vorhandenen Aufsatzkränze einschl. Bretteinlagen den Zwischenraum ausfüllen. Kleinere Differenzen lassen sich dabei durch die Stärke der Fugenbretter ausgleichen, bei größeren muß man einen besonderen Anschlußkranz genau nach Maß gießen lassen.

Die Keilkränze haben gewöhnlich eine Breite von 40 cm, die Aufsatzkränze eine Flantschenbreite von 40 cm, so daß der Keilkranz nach erfolgtem Anschlusse eines unteren Absatzes noch mit 30 cm Breite aufliegt.

Auf Porembaschacht I der Königin Luisengrube bei Zabrze (Oberschlesien) sind die Keilkränze 63 cm breit, 44,5 cm hoch und haben 45 mm Wandstärke³⁾.

§ 82. **Keilkränze.** — Die Keilkränze (Fig. 576 und 577) sind hohl, haben Verstärkungsrippen, und nicht unter 26 mm Wandstärke. Die Zahl der Segmente richtet sich im allgemeinen nach dem Durchmesser des Schachtes, gewöhnlich nimmt man die Sehne etwa 1,249 m lang.

Der Keilkranz wird genau horizontal auf die vorgerichtete Sohle, bzw. auf eine Unterlage von 42 mm starken Kieferbrettchen gelegt und sodann von den Schachtstößen her mit Holzkeilen so weit verkeilt, daß die Bretter in den Vertikalfugen fast bis Papierdicke zusammengepreßt werden.

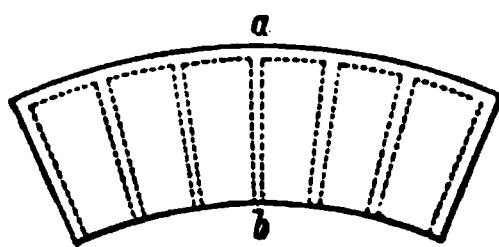


Fig. 576.

Keilkranz.



Fig. 577.

1) Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 35.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 278.

3) Schantz, ebenda. 1875. Bd. 23. S. 217.

Die Fächer sind dabei meistens gegen die Schachtstöße gerichtet, sie werden mit Holzklötzen ausgefüllt und verkeilt.

§ 83. **Tubbings.** — Nachdem der Keilkranz gelegt ist, werden die Aufsatzkränze oder Tubbings eingebracht.

Dieselben sind 30 bis 62 cm hoch, die Stärke richtet sich nach der Tiefe des Schachtes.

Auf dem oben genannten Porembaschachte I besteht jeder Aufsatzkranz aus 8 Segmenten von 620 mm Höhe, 1529 mm innerer Bogenlänge, 160 mm Flantschenbreite und 25 mm Eisenstärke, hat im Inneren Verstärkungsrippen und in der Mitte ein Loch von 33 mm Weite, teils zum Ablassen des Wassers während des Einbaues, teils um die Segmente am Seile einhängen zu können, zu welchem Zwecke ein Bolzen mit Vorstecker durch das Loch und die Enden eines übergeschobenen Bügels gesteckt wird.

An einem horizontalen und an einem vertikalen Flantsche befindet sich ein um etwa 13 mm vorspringender Rand r (Fig. 578, 579 und 580), welcher beim späteren Verkeilen ein Ausweichen der Fugenbretter verhindern soll.

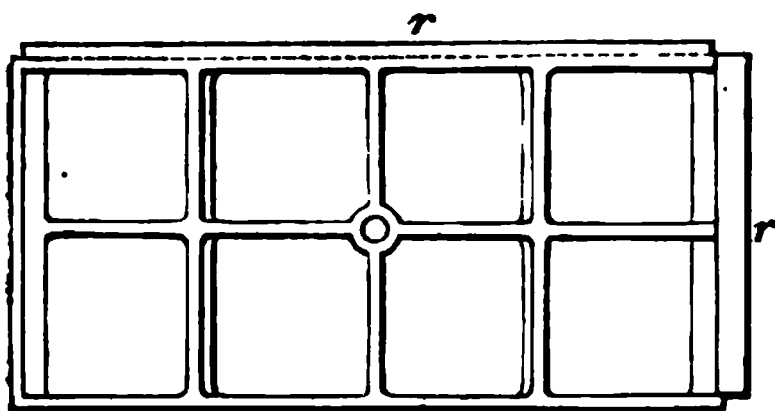


Fig. 578.

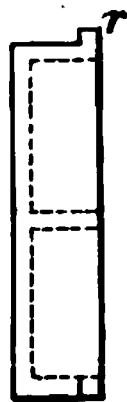
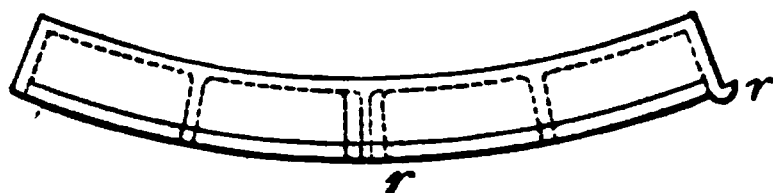


Fig. 579.

Fig. 580.
Tubbing.

Die Aufsatzkränze werden vor dem Eihängen über Tage zusammengepaßt, numeriert und so dann auf dem Keilkranze, dessen Oberfläche ebenfalls mit Brettchen belegt ist, zu einem Cylinder-mantel zusammengestellt. Nach dem Einloten und Richten wird jeder Kranz vom Gesteine her hinter den Vertikalfugen mit hölzernen Keilen in der Weise fest angetrieben, daß sämt-

liche Keile gleichzeitig geschlagen werden. Nachdem mit Bergen dicht hinterfüllt ist, wird der folgende Kranz gelegt u. s. w.

§ 84. **Verdichten der Fugen.** — Nach Einbringen des Anschlußkranzes beginnt von unten nach oben das Verdichten der Fugen mit Plattkeilen aus trockenem Kiefernholze von 157 mm Länge, 40 mm Breite und 7 mm Rückenstärke. Geübte Arbeiter sind im stande, auf einem Schneidebocke mit dem Schneidemesser 2—3000 Stück pro Tag anzufertigen, nachdem das Holz in die erforderlichen Längen geschnitten und nach der Stärke der Keile in Stücke gespalten ist. Die Holzkeile werden in Kasten mit Klappdeckel eingehängt. Zum Vorschlagen bedient man sich verstärkter Stemmeisen von 40 bis 50 mm Breite und 235 bis 344 mm Länge, welche durchlocht und mit einer Schnur versehen sind, um sie über die Hand hängen zu können.

Ist das erste Verkeilen beendet, dann werden die Löcher in den Segmenten verspundet und endlich die Fugen mit eichenen Keilen von oben nach unten vollends gedichtet.

§ 85. **Kommunikation des Wassers in den verschiedenen Absätzen.** — Nach dem Vorgange in England hat man vielfach dafür Sorge getragen, daß der Luft- und Wasserdruck auf die Mantelfläche über und unter einem Keilkränze sich gleichmäßig verteilen kann. Man hat zu dem Zwecke an vier Segmenten der Keilkränze Rohrstutzen mit nach oben sich öffnenden Ventilen angebracht ¹⁾, welche noch mit gekrümmten Rohrstutzen versehen sind, damit nicht Steine von oben hineinfallen können. Diese Vorrichtung erscheint indes nur für den Fall notwendig, wenn man, wie auf Porembaschacht I, den Druck hinter den Tubblings nicht übermäßig spannen und deshalb dem Wasser durch ein im oberen Teile der Cuvelage eingeschraubtes Gasrohr Abfluß nach einer Wasserhaltungsmaschine oder nach einem oberen Stollen verschaffen will.

§ 86. **Dimensionen der Aufsatzkränze.** — Als weiteres Beispiel für die Dimensionen der Aufsatzkränze dient dasjenige von Hibernia in Westfalen ²⁾. Dort sind dieselben bei einem Durchmesser des Schachtes von 3,60 m

in	40 m	Teufe	60,5 cm	hoch,	4,56 cm	dick,
-	54	-	60,5	-	4,94	-
-	80	-	60,5	-	4,94	-
-	100	-	45,4	-	2,24	-
-	114	-	30,4	-	2,24	- ³⁾ .

§ 87. **Wasserhaltung.** — Die Wasserhaltung geschieht hier sowohl, als auch bei der hölzernen Cuvelage mit fliegenden (beweglichen) Pumpen. Muß man dieselben indes bei größerer Tiefe fest verlagern, so verwendet man besondere Segmente mit eingegossenen Nischen oder kastenförmige Tubblings ⁴⁾. Unter solchen Segmenten müssen aber mehrere Keilkränze eingelegt werden ⁵⁾.

§ 88. **Anbringen der Lager und Leitungen.** — Falls man nicht in der Lage ist, einen cuveliarten Schacht lediglich zur Förderung zu benutzen und auch die Leitung der Förderkörbe mit Drahtseilen zu bewirken, legt man die Lager für Bühnen und Pumpen, sowie die Einstriche, in etwa 10 cm breite Konsolen, welche an der glatten Wand der Tubblings angegossen, an der, der Schachtmitte abgekehrten Seite aber offen sind, weil die Lager etc. nach dieser Seite nicht herausfallen können. An den Einstrichen werden die Leitungen (beide häufig aus pitch-pine-Holz) befestigt.

¹⁾ Schantz in Preuß. Zeitschr.. 1875. Bd. 23. S. 228.

²⁾ Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 762.

³⁾ Über Berechnung der Eisenstärke siehe: Combes, a. a. O. II. p. 44.

⁴⁾ Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 35. Taf. VI. Fig. 1.

⁵⁾ Ebenda. 1875. Bd. 23. S. 299. Taf. IX. Fig. 15, 16, 18, 19.

§ 89. **Auswechseln gebrochener Segmente.** — Sollte das Auswechseln eines Segmentes nötig werden — was indes kaum vorkommen kann, wenn jedes derselben vor dem Einbau auf seine Festigkeit geprüft ist — so geschieht dies dadurch, daß man zunächst die Löcher des schadhaften und des darunter befindlichen Segmentes öffnet und dann die Füllung der Fugen herausmeißelt, worauf das Segment leicht entfernt und durch ein neues, aber ohne Ränder, ersetzt werden kann. Schließlich schiebt man Dichtungsbretter in die Fugen und verkeilt dieselben.

§ 90. **Schutz gegen saure Wasser und Rost.** — Zum Schutze der Cuvelage gegen saure Wasser und Rost wird entweder eine Ziegelmauer von 105 mm Stärke mit eigens dazu geformten keilförmigen Ziegeln, oder ein Futter von 52 mm starken Brettern eingebaut.

In einzelnen Fällen hat man eiserne Cuvelage nachträglich angebracht, nachdem älterer wasserdichter Ausbau schadhaft geworden war, so auf dem Schachte Max der Steinkohlenkonzession Carling in Deutsch-Lothringen, ferner auf der Grube ver. Westfalia bei Dortmund ¹⁾).

c. Wasserdichte Ausmauerung.

§ 91. **Allgemeines.** — Die wasserdichte Ausmauerung wird, wenn es die Wasserzuflüsse und die Haltbarkeit der Gesteinswände gestatten, am besten in einem Stücke hergestellt. Zeigt sich jedoch, daß der verlorene Ausbau den Gebirgsdruck nicht bis zum vollständigen Abteufen auszuhalten vermag, so muß man den Schacht in Absätzen ausmauern ²⁾. Dabei verfährt man neuerdings in der Weise, daß man die Mauerstücke auf hölzerne oder eiserne Tragekränze setzt, und den wasserdichten Anschluß an diese durch Verkeilen zu erreichen sucht.

Früher verfuhr man der größeren Sicherheit wegen in der Weise, daß man die zweite Mauerung unabhängig, also ohne jegliche Verbindung durch Ausgußrohre, Lager u. s. w., durch die obere Mauer hindurchgehen ließ, wobei allerdings vorauszusetzen ist, daß man sich vorher, nötigenfalls durch Tiefbohrung, über die Beschaffenheit des Gesteines unterrichtet und mit entsprechend größerer Schachtweite angefangen hat. Ist dies nicht geschehen, so kann man noch mit eiserner Cuvelage vorgehen und dieselbe, wenn man die obere Mauer auf Keilkränze gesetzt hat, an letztere anschließen. Im anderen Falle wird man auch gut thun, die Cuvelage durch die Mauerung hindurch gehen zu lassen.

Immerhin ist es bei wasserreichem Gebirge ratsam, die absatzweise Ausmauerung möglichst zu vermeiden und von vorn herein die Mauerung in einem Stücke ins Auge zu fassen.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 365.

²⁾ Ponson, a. a. O. t. I. p. 424—431. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. Freiberg 1860. S. 429. — Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 33.

§ 92. **Verlorener Ausbau.** — Bei dem eben genannten Verfahren teuft man den Schacht mit verllorener Zimmerung bis in wasserarme Gebirgsschichten — in Westfalen durch den Emscher Mergel hindurch bis ins Kohlengebirge — vollständig ab.

Die verlorene Zimmerung kann man zweckmäßig durch 210 mm starke Segmente aus quadratischem Fichtenholze herstellen, welche zu 10 Stück einen Kranz von dem Durchmesser des Schachtes bilden. Die einzelnen Segmente stoßen stumpf zusammen und werden an diesen Stellen durch über- und untergenagelte Bretter verbunden. Die Felder zwischen den Kränzen verzieht man mit Brettern.

Auch bedient man sich zu demselben Zwecke eiserner Ringe, etwa von alten Eisenbahnschienen, welche aus vier, mit Laschen und Schrauben verbundenen Teilen bestehen und an fest verlagerten Ringen mittelst Haken (Fig. 571) aufgehängt werden. Etwa der sechste Ring wird fest verlagert — vergl. S. 507.

§ 93. **Steine und Mörtel.** — Als Material für die Mauerung dienen gute, gar gebrannte Ziegel, am besten Klinkerziegel, sowie hydraulischer Mörtel. Bei weiten Schächten kann man Ziegel von gewöhnlicher Form verwenden, besser sind aber bei runden Schächten Klinkerkeilziegel von 100 mm Höhe, 200 mm Breite, 270 mm Länge am Kopfe und einer nach der Weite des Schachtes zu ermittelnden Länge am Fuße, weil dabei, wie schon erwähnt, sowohl an Arbeitslohn, als auch an Mörtel gespart wird.

Da indes gerade der Mörtel die Wasserdichtigkeit geben muß, während die Steine den Druck aufzunehmen haben, so darf man nicht zu wenig Mörtel verwenden und die Fugen nicht unter 13 mm nehmen.

§ 94. **Form der Schächte.** — Die Form der Schächte kann ebenso, wie bei gewöhnlicher Ausmauerung, aus vier flachen Bogen bestehen, ferner elliptisch oder rund sein. Die letztere Form ist nicht allein wegen ihrer Vorteile beim Abteufen und Ausmauern, sondern auch deshalb vorzuziehen, weil sie bessere Gewähr für die Haltbarkeit der Mauerung bietet.

§ 95. **Mauerstärke.** — Die Stärke der Mauer darf auch in oberen Teufen nicht unter $4\frac{1}{2}$ Stein betragen und nach unten nur um $\frac{1}{2}$ Stein zunehmen, damit keine durchgehenden Fugen entstehen.

Als praktische und bewährte Beispiele von Mauerstärken bei wasserdichter Ausmauerung mögen folgende dienen:

In Westfalen¹⁾ wendete man früher ausschließlich krummstirnige Scheibenausmauern von 3,8 bis 4,4 m Sehne und einer Spannung von 1 : 12 bis 1 : 8 an (Fig. 584), weil man im Kohlengebirge rechteckig mit Holsausbau weiter ab-

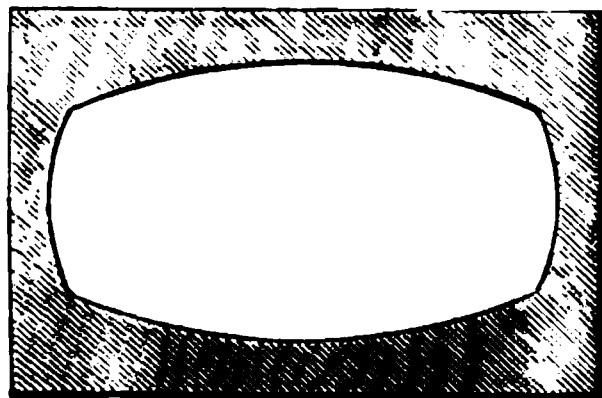


Fig. 551. Schachtausmauerung mit vier flachen Bogen.

1) Karsten und v. Dechen's Archiv. 1853. Bd. 25. S. 57.

teufte und bei der erwähnten Form einen bequemeren Anschluß erzielte. Dabei nahm man für die Mitte der Bogen:

bei	30 m	Druckhöhe	nicht	unter	2	Ziegel,
-	72	-	-	-	2 1/2	-
-	94	-	-	-	3	-
-	115	-	-	-	3 1/2	-
-	125	-	-	-	4	-

Bei den neueren Anlagen wird indes auch im Kohlengebirge die runde Form vorgezogen und gleichfalls ausgemauert.

Die Stärke der runden Mauer im Mergel beträgt u. a. auf Schacht I und II der Zeche Neu-Essen bei 60 m Teufe drei Steine. Dieselbe Stärke wendete man auf Matthias Stinnes, Graf Moltke und Prosper I und II an, verstärkte sie aber bei größerer Teufe in demselben Maße, wie es für vier flache Bogen soeben angegeben wurde. Der Durchmesser der Schächte beträgt etwa 5 m.

Übrigens ist aus Vorstehendem ersichtlich, daß bei Teufen über 70 m sehr bedeutende Mauerstärken angewendet werden müssen, für welche auch der entsprechende Raum im Schachte herzustellen ist. Bei mehr als 5 bis 6 Atm. Wasserdruck sind deshalb entweder rohe Tubblings mit Holzpikotage oder bearbeitete Tubblings mit Bleiverdichtung und innerer Verschraubung anzuwenden.

§ 96. **Mauerverband.** — Der Verband in der wasserdichten Schachtausmauerung muß derart sein, daß die Fugen möglichst viel wechseln. In Westfalen hat man in jedem Ringe horizontal umlaufende Fugen, wechselt aber derart mit Läufer- und Streckerschichten, daß jeder Stein drei andere deckt.

In England läßt man bei absatzweiser Ausmauerung und drei Ziegelstärken die mittleren Steine um ihre halbe Stärke überstehen. Außerdem steigt jede Lage schraubenförmig auf, indem man die hölzernen Tragekränze,

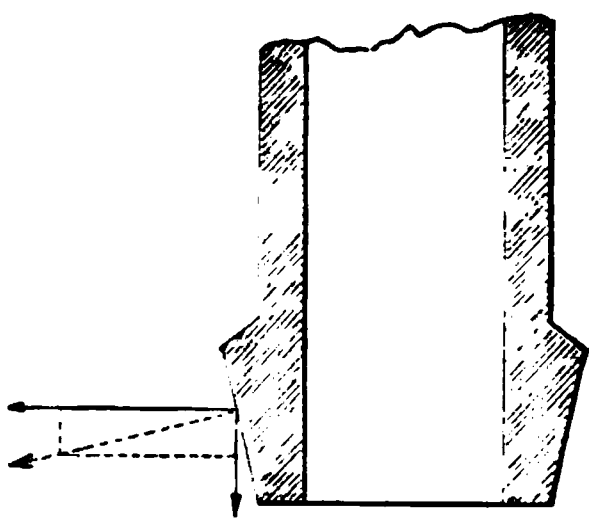


Fig. 552. Doppelt konischer Mauerfuß.

welche das Fundament jedes Mauerabsatzes bilden, mit Brettchen benagelt, derart, daß dieselben bei einem Umlaufe der Stärke eines Steines gleichkommen.

§ 97. **Mauerfuß.** — Sobald beim Abteufen im wasserarmen Gebirge eine wassertragende Schicht erreicht ist, muß zunächst der Raum für einen Mauerfuß hergestellt werden, dem man am besten eine doppelt konische Form giebt (Fig. 582), so daß die Mauerung gewissermaßen mit einem konischen Zapfen in dem Gesteine steckt. Dabei wird die Last der Mauerung nach den Gesetzen des Keiles zum größten Teile horizontal auf das Gestein und nur mit einem geringen senkrechten Drucke auf die Grundfläche übertragen.

§ 98. **Arbeitsbühne.** — Wenn die Arbeiter von der Schachtsohle aus

nicht mehr bequem ankommen können, wird mittelst einer über Tage angebrachten Erdwinde eine fliegende (schwebende) Bühne eingehängt, und von dieser aus die Mauerung fortgesetzt. Diese Bühne (Fig. 583 und 584) besteht aus zwei Hälften und ist aus starken Bohlen und Halbholz so konstruiert, daß sie den Schacht möglichst genau ausfüllt, sowie als Schablone für die Mauerung dienen

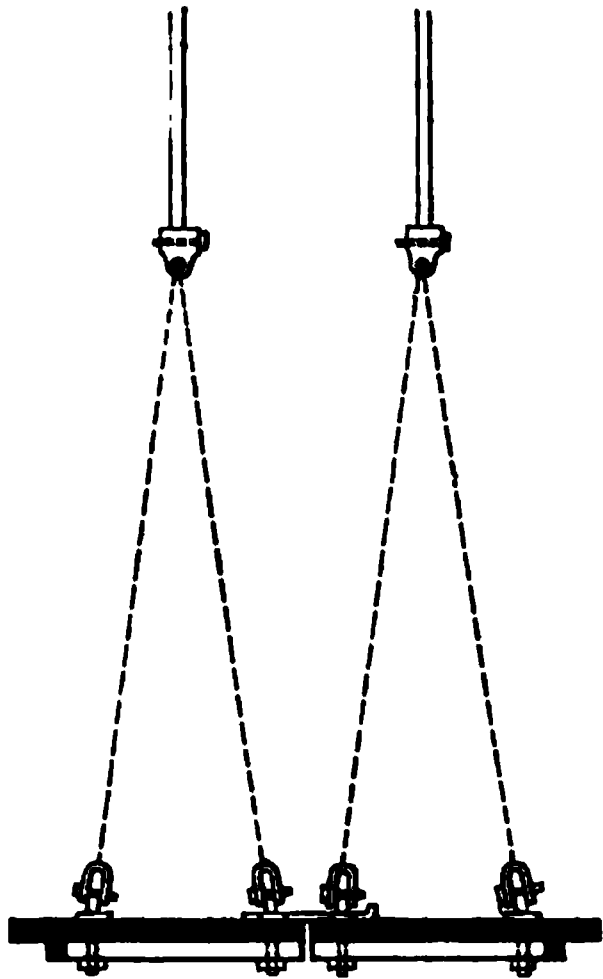


Fig. 583.

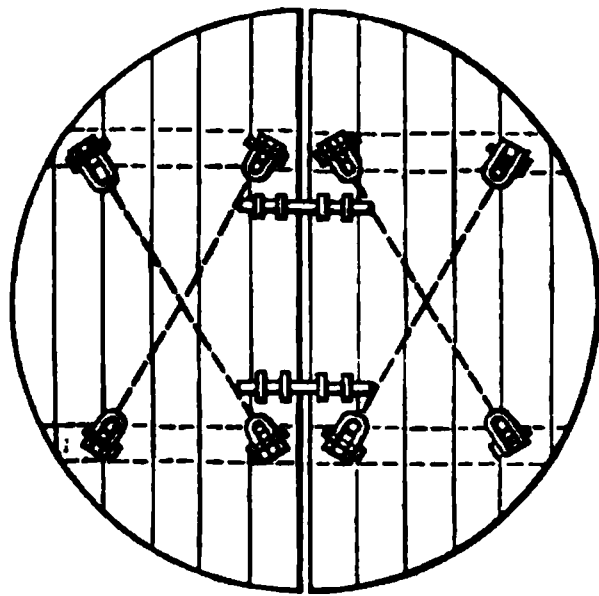


Fig. 584.

Fliegende Arbeitsbühne.

kann. Für die Pumpen ist ein Ausschnitt vorhanden. Die an jeder Hälfte der Bühne angebrachten Ösen werden mittelst zwei Paar 4,5 bis 5,0 m langer Ketten an je ein 50 mm starkes Kabeelseil angeschlossen. Beide Seile sind auf den senkrechten Wellen von Erdwinden¹⁾ aufgewickelt. Mit dem Aufücken der Mauer wird auch die fliegende Bühne höher gezogen.

Dem Ingenieur Ommelmann in Dortmund ist eine ringförmige, eiserne Schwebebühne²⁾ patentiert. Dieselbe wird aus zwei Hälften gebildet, ist mit einstellbaren Halteriegeln, einem Schutzdache und mit freitragendem Geleise für Fahrkasten versehen. Die Bühne hat einen inneren Durchmesser von 2680 mm und soll diese Öffnung zur Durchfahrt benutzt werden. Der äußere Durchmesser beträgt 3970 mm, so daß für die Breite des Ringes, auf welchem die Maurer stehen, 645 mm verbleiben. Ein an der äußeren Peripherie frei bleibender Raum von 30 mm wird während der Arbeit mit einem Filzringe verschlossen, damit nichts durchfallen kann. Zur Beförderung der Arbeiter sind sowohl im blechernen Schutzdache, als auch im Boden der Bühne entsprechende Klappen angebracht. Bei Anwendung dieser Bühne kann auch während des Abteufens gemauert werden.

Demanet³⁾ empfiehlt eine, an mehreren Seiten nahe den Schacht-

1) Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 223.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1885. S. 476.

3) Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke von Ch. Demanet, deutsch von C. Leybold, Braunschweig 1885. S. 131.

stößen aufgehängte, aus einem eisernen Cylinder bestehende fliegende Bühne, welche noch mit mehreren Klauen am oberen Rande auf der Mauer aufliegt. Die Maurer stehen auf dem mit einem Fahrloche versehenen Boden des Cylinders und begeben sich durch das letztere auf eine untere, mit Ketten aufgehängte Bühne, um sich mit Ausfugen zu beschäftigen, während die Zimmerhauer das Holzwerk entfernen.

§ 99. Regeln für die Aufmauerung. — Bei der Aufmauerung hat man folgendes zu beobachten.

Zunächst soll man alles Traufwasser von der Oberfläche der Mauer fern halten, damit der Mörtel nicht fortgespült wird. Muß die Arbeit, was möglichst zu vermeiden ist, unterbrochen werden, so bedeckt man die Mauer mit Brettern, entfernt aber außerdem beim Wiederbeginn der Arbeit die zwei oberen Lagen. Am Gesteine muß die Mauer dicht anschließen, erreicht man jedoch einen Wasserzufluß, so legt man in die Mauer ein nach hinten sich konisch erweiterndes gußeisernes Wasserrohr mit Flantschen von 39 bis 43 mm

Fig. 585. Wasserrohr.

Wandstärke (Fig. 585)¹⁾ ein, haut ringsherum im Gesteine eine Sammelrinne aus und giebt der Mauer an dieser Stelle eine etwas größere Stärke.

In das Rohr legt man von hinten einen konischen Spund von trockenem Eichenholze ein.

Von der horizontalen Sammelrinne aus führt man anderweite Rinnen bis zu höher gelegenen Quellen, so daß alle Wasser im Rohre zum Ausflusse kommen. Gießt dasselbe voll aus, so legt man ein neues ein. Damit das in den Sammelrinnen zirkulierende Wasser den Mörtel an der Hinterwand der Mauer nicht fortspülen kann, schützt man letztere durch vorgelegte Bretter. Erst dann, wenn die Mauer vollständig erhärtet ist, werden durch das Vorziehen der eichenen Spunde die Wasserrohre geschlossen.

Die verlorene Zimmerung wird beim Aufrücken der Mauer wieder gewonnen.

Zum Einbringen der Einstriche, Lager u. s. w. spart man in der Mauer entweder Bühnlöcher aus, oder man mauert Konsolen aus Bruchsteinen oder Eisen mit ein. Die Schachthölzer fest einzumauern, empfiehlt sich weder wegen des ungleichen Setzens der Mauer, noch wegen eines späteren Aus-

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 754.

wechselns der Hölzer. In England mauert man auch wohl hölzerne Kränze mit ein, an welchen die Schachthölzer mit befestigt werden.

§ 100. **Erhärten der Mauer.** — Das Erhärten der Mauer kann unter Wasser erfolgen, wobei man für dieselbe Zeit die Kosten der Wasserhaltung erspart. Allerdings ist hiermit eine Betriebsunterbrechung von 3 bis 5 Monaten verbunden, auch macht man gegen das Verfahren geltend, daß die Mauer, weil sie im Wasser an Gewicht verliert, sich nicht vollständig setzen und nachher der Gefahr des Reißens ausgesetzt sein könne.

Das Schließen der Wasserrohre erfolgt beim Erhärten unter Wasser nach Maßgabe des späteren Sumpfens von oben nach unten, im anderen Falle, wenn während des Erhärtens die Wasserhaltung im Gange bleibt, von unten nach oben.

§ 101. **Abteufpumpen.** — Als Abteufpumpen wendet man am besten bewegliche Sätze (VII. Abschn., § 101 und 102) an, welche später durch fest eingebaute Drucksätze ersetzt werden. Muß man die Pumpen schon innerhalb der Mauer fest einbauen, so spart man an der entsprechenden Stelle nischenartige Räume aus, welche nach hinten mit einer Verstärkung der Mauer versehen sind. Auch gußeiserne Kasten, sowie eiserne Fußplatten oder durchgehende Bruchsteine werden zu demselben Zwecke verwendet.

§ 102. **Cuvelage aus Bruchsteinen.** — Schließlich ist noch eine Cuvelage aus Bruchsteinen (Kalksteinen) zu erwähnen, welche in dem Schachte Trou-Martin bei Vieux Condé (Anzin) angewendet wurde¹⁾. Je zehn Steine bildeten einen Kranz, dessen vertikale Fugen wechselten und mit Bleiblech gedichtet wurden. In die Horizontalfugen kam geteerte Leinwand, der Raum hinter den Aufsatzkränzen wurde mit Zement vergossen.

Auch auf dem fiskalischen Steinkohlenbergwerke zu Osterwald, Provinz Hannover, sind beim Abteufen des Tiefbauschachtes die einzelnen Abschnitte der wasserdichten Mauerung durchgängig auf je zwei, den gußeisernen Keilkränzen nachgebildete, aus je zehn Segmenten bestehende Sandsteinkränze gelagert worden. Die Fugen sind mit 1 cm starken Brettchen pikotiert. Auf den Keilkränzen wurde die Mauerung aus einzelnen Sandsteinen in regelmäßigen Ringen aufgeführt und der zwischen ihnen und dem Stoße verbliebene Raum mit Beton ausgefüllt. — Die angewendeten Keilkränze aus Stein stellten sich wesentlich billiger, als solche aus Gußeisen.

Demanet²⁾ empfiehlt Hausteine bei mehr als 60 m Wasserdruck, weil dabei Backsteine für Schächte von etwa 4 m lichtem Durchmesser eine übermäßige Wandstärke bekommen müßten. Um die Dichtigkeit zu erhöhen, ist es nach Demanet ratsam, die Cuvelage außen mit einer Schicht hydraulischen Mörtels zu umgeben, welche durch einen Mantel von $\frac{1}{2}$ Stein Mauerwerk eingeschlossen ist.

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1864. S. 364.

²⁾ a. a. O. S. 148.

Kapitel XII.

Wasserdichter Ausbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen. — Bohrschächte.

§ 103. **Allgemeines und Geschichtliches.** — Ist ein festes Gebirge so wasserreich, daß man einen Schacht auf gewöhnliche Weise voraussichtlich entweder gar nicht, oder doch nur unter den größten Schwierigkeiten und mit unverhältnismäßig großem Kostenaufwande abteufen kann, so stellt man zunächst ein Bohrloch von den Dimensionen eines Schachtes her, bringt sodann einen wasserdichten Ausbau ein und hat schließlich nur noch die im Inneren des Ausbaues befindlichen Wasser herauszuschaffen.

Dieses Verfahren, sogen. **Bohrschächte** herzustellen, war schon früher in Westfalen durch Kindermann und Honigmann, und noch früher durch den französischen Ingenieur M. Mulot ausgeübt, später auch (1844) durch Combes (*Traité de l'exploit. des mines*) wiederum angeregt. Die Ersteren bohrten Schächte von 0,94 m Weite und wendeten Tubblings von Eisenplatten an. Mulot bohrte im Distrikte Pas de Calais einen Schacht von 3,5 m Weite ab und baute ihn mit hölzernen Tubblings aus, aber in allen diesen Fällen wurde der Ausbau nicht wasserdicht gemacht¹⁾.

Erst Kind ging im Jahre 1849 dazu über, einen Schacht zu Schöneken unweit Saarbrücken »in toten Wassern« (à niveau plein) abzubohren, und mit einem hölzernen, faßartig zusammengesetzten und mit eisernen Reifen verstärkten, wasserdichten Ausbau zu versehen, wie derselbe auch im Schachte I der Zeche Dahlbusch²⁾ bei Gelsenkirchen in Anwendung kam. Trotz Hintergießen mit Zement blieb dieser Ausbau nirgends wasserdicht.

Das Verdienst des belgischen Ingenieurs Chaudron³⁾ ist es, die (allerdings zuerst von Kind ausgesprochene) Idee, Gußeisen zum Ausbau zu verwenden, praktisch ausgeführt und damit das ganze Verfahren brauchbar gemacht zu haben.

Mit vollem Erfolge wurde die gußeiserne Cuvelage zum ersten Male im Schachte von St. Vaast bei Péronne im Jahre 1854 angewendet (3,63 m Durchmesser), dann folgte der Schacht St. Marie ebendasselbst, begonnen im Juni 1859 und beendet im August 1860 (1,8 m Durchmesser). Darauf der Schacht St. Barbe bei Ressaix von 1862 bis 1863 (3,65 m Durchmesser),

1) Boring shafts in Westphalia, by A. Demmler (Read before the Manchester geological Society, 29th January 1878). Trans. Manch. Geol. Soc. Part. XVIII. Vol. XIV.

2) Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 163.

3) Chaudron, Fonçage des puits à niveau plein (Procédé Kind et Chaudron) in: Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles, t. 25. p. 45, und t. 27. p. 135.

zwei Schächte bei Stiring in Lothringen (3,65 m und 1,80 m Durchmesser), und der Wetterschacht der Zeche Dahlbusch¹⁾ (1,90 m Durchmesser). Als siebenter Schacht wurde ein neuer Förderschacht Nr. II der Zeche Dahlbusch mit 3,65 m Durchmesser im Jahre 1868 abgebohrt, später folgten die Schächte III und IV derselben Zeche und außerdem eine größere Anzahl von Schächten in Frankreich, Belgien und Deutschland.

Eine zweite, sich in manchen Punkten von der Methode Kind & Chaudron unterscheidende, ist diejenige von Lippman & Co. (Mauget-Lippman), mit welcher u. a. der Schacht Nr. II der Grube Rheinelbe bei Gelsenkirchen vom Mai 1874 bis Juni 1875, sowie in dem Zeitraume vom 20. August 1875 bis 31. November 1878 (inkl. längerer Stillstände für große Reparaturen) der Schacht der Zeche Königsborn bei Unna abgebohrt sind.

Als wesentlichster Unterschied in der Ausführung beider Methoden ist zu erwähnen, daß man nach Chaudron zunächst ein Bohrloch von 1,40 bis 2 m Durchmesser schlägt und dann erst mit einem größeren Bohrer erweitert, wobei das kleinere Bohrloch immer mindestens 10 m voraus sein muß, um den Bohrschlamm aufnehmen zu können, während Lippman & Co. den Schacht gleich in voller Weite abbohren.

a. Bohrschächte nach dem Systeme Kind-Chaudron²⁾.

§ 104. **Einrichtungen und Apparate über Tage.** — Im allgemeinen entsprechen die Einrichtungen zum Bohren denjenigen, welche bei den Tiefbohrungen besprochen wurden.

Zunächst stellt man, event. durch Senkmauer (Kap. XIII, §§ 136 bis 142), einen Vorschacht bis auf den Wasserspiegel her, um die schweren Apparate nicht in zu großer Höhe verlagern, bzw. fundamentieren zu müssen.

Über dem Vorschachte erhebt sich der Bohrturm, in welchem eine Seilscheibe für das Förderseil und unter derselben zwei solide verlagerte und abgestrebte Eisenbahnschienen angebracht sind, welche mehrere Laufkrähne zur Aufnahme der Bohrgeräte tragen.

An der einen Seite des Bohrturmes befindet sich die Kabelmaschine zum Einlassen und Ausfördern der Gestänge, sowie zum Löffeln, an der andern Seite die Bohrmaschine. Diese greift, wie beim Gestängebohren, am Kraftarme eines Bohrschwengels an, ist einfach wirkend und mit Handsteuerung versehen. Außerdem schließt sich an das Maschinenhaus die Schmiede an.

1) Glückauf. 1867. Nr. 46.

2) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 28 ff; 1883. Bd. 31. S. 420. — Mining Journal, 20th Novbr. 1875. — Journal of the Iron and Steel Institute 1877. Nr. 4. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. V. 1876. p. 117.

§ 105. **Bohrer**¹⁾. — Der kleine Bohrer zum Herstellen des Bohrloches besteht aus zwei Hauptteilen, welche durch Schließkeile miteinander verbunden sind (Fig. 586 und 587), und wiegt in der Regel 6000 bis 8000 kg.

Die Schneide des Bohrers besteht aus einer Reihe gestählter Zähne, welche ausgewechselt und geschärft werden können. Die Meißelbreite betrug früher 1,40 bis 1,46 m, in neuerer Zeit geht sie bis zu 2 m.

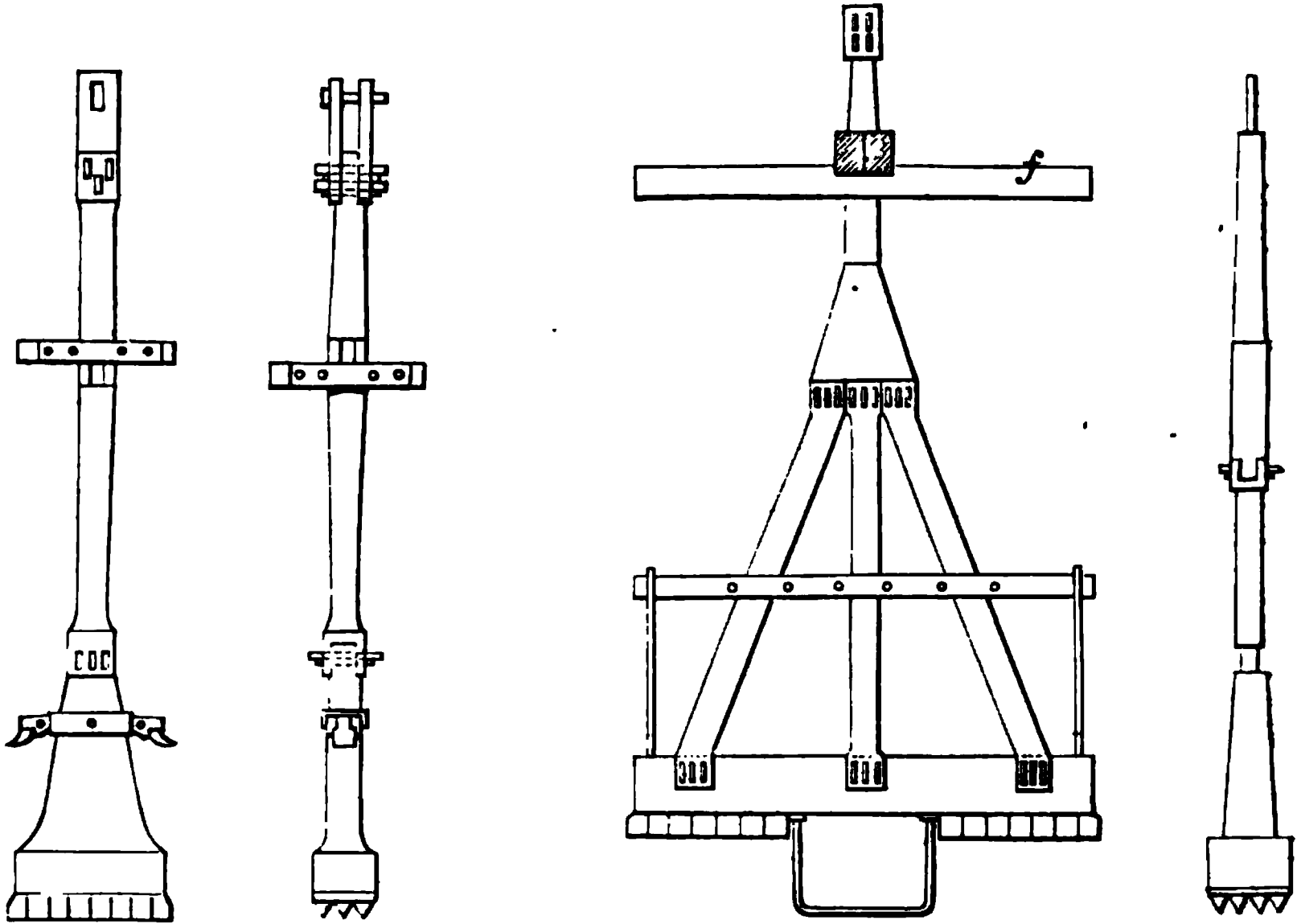


Fig. 586.
Kleiner Schachtbohrer von Kind-Chaudron.

Fig. 587.

Fig. 588.
Großer Schachtbohrer von Kind-Chaudron.

Fig. 589.

Bei Tiefen bis zu 200 m bohrte Chaudron mit der Rutschschere, bei größeren Tiefen bedient er sich jedoch jetzt auch eines Freifallinstrumentes, weil man bei Anwendung der Rutschschere Abweichungen von der senkrechten Linie bis zu 33 cm konstatiert hatte.

Der große Bohrer oder Erweiterungsbohrer (Fig. 588 und 589) unterscheidet sich von dem vorigen zunächst durch eine, dem Größenverhältnisse entsprechend kompliziertere Konstruktion, sowie dadurch, daß er in der Mitte keine Zähne, dafür aber einen Bügel hat, welcher sich im Vorbohrloche führt. Die Geradföhrung *f* besteht aus Holz oder \sqsubset -Eisen, und ist, wie bei dem kleinen Bohrer, kreuzförmig.

Der große Bohrer hat für geschlossene Cuvelageringe eine Meißelbreite von 4,30 m, ein Gewicht von 15000 bis (in neuerer Zeit) 20000 kg und ist ebenso, wie der kleine Bohrer, aus Schmiedeeisen hergestellt.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. Taf. VI. Fig. 4 und 5.

§ 106. **Schlammloeffel.** — Der Schlammloeffel besteht aus einem Cylinder von Eisenblech mit zwei Klappen am Boden. Sein Durchmesser ist etwas geringer als derjenige des Vorbohrloches, die Höhe beträgt 3,86 m, die Wandstärke 8 mm. In halber Höhe ist er drehbar an zwei Bügeln aufgehängt, welche über der oberen Öffnung laschenförmig zur Aufnahme des Gestänges auslaufen. Das Löffeln geschieht nicht mehr wie früher am Bohrgestänge, sondern am Seile.

§ 107. **Gestänge.** — Die Gestänge sind hölzerne mit gabelförmigem Beschlage, sie erhalten einen Querschnitt von ca. 20 qcm, nur die Ergänzungstangen, welche nach dem Abarbeiten der am anderen Ende des Bohrschwengels befestigten Stellschraube aufgeschraubt werden müssen, bis eine volle Länge von früher 14 m, jetzt 17 bis 18 m, für eine hölzerne Stange erreicht ist, bestehen aus Eisen. Die Gestänge werden neuerdings nicht mehr in Klauen, sondern an den Achsen von kleinen vierrädrigen Wagen aufgehängt, welche auf Geleisen laufen. Das Vor- und Rückwärtsschieben der Gestänge wird dadurch sehr erleichtert.

§ 108. **Sonstige Einrichtungen.** — Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch vier Mann an einem Bohrkrückel, das Ausfördern, Abfangen und Aufhängen der Gestänge ganz wie bei einer gewöhnlichen Tiefbohrung mit Gestänge, das Löffeln dagegen nur am Gestänge.

Die Anzahl der Hübe pro Minute beträgt bei dem kleinen Bohrer 20 bis 25, bei dem großen 18 bis 20, die Hubhöhe 0,5 bis 1 m.

Störungen durch Brüche kommen in der Regel nur bei dem großen Bohrer vor, lassen sich aber in wenigen Tagen, außerdem auch in jedem größeren Hammerwerke ausführen, während, beiläufig bemerkt, die Bohrer bei den Arbeiten nach Lippman'scher Methode längere Zeit nur in Paris repariert werden konnten; erst seit einigen Jahren hat sich die Fabrik von Haniel und Lueg in Düsseldorf darauf eingerichtet.

Die kleineren Unfälle sind dieselben, wie beim gewöhnlichen Bohren, und werden auf ähnliche Weise und mit denselben Apparaten beseitigt.

Die gesamte Belegschaft beträgt für die 12stündige Schicht zehn Mann, und zwar: 1 Bohrmeister, 1 Maschinist, 1 Heizer, 1 Schreiner, 1 Schmied, 4 Mann zur Bedienung der Werkzeuge und 1 Tagelöhner.

Bei Nachfall ist es bisweilen notwendig, die durchbohrten Gesteinsschichten mit einer verlorenen Verrohrung aus Kesselblech zu versehen.

§ 109. **Die Cuvelage.** — Nachdem der Schacht bis zu wasserärmeren Gebirgsschichten abgebohrt ist, erfolgt das Abschließen der Wasser durch Einsenken der Cuvelage. Dieselbe besteht aus geschlossenen, gußeisernen Ringen von 4 m äußerem Durchmesser und 1,5 m Höhe mit sorgfältig abgedrehten oberen und unteren Flantschen und 1 bis 3 diesen parallel laufenden Verstärkungsrippen. Bei neueren Bohrschächten hat man indes auch Tubbing mit abgedrehten Flantschen, Bleidichtung und innerer Verschraubung angewendet.

Die Wandstärke richtet sich natürlich nach der Druckhöhe, sie beträgt

Jedoch nicht unter 32 mm und steigt bei 100 m Tiefe in 4 Serien um je 4 mm.

Für die Berechnung der Wandstärke stellt Chaudron folgende Formel auf:

$$E = 0,02m + \frac{R \cdot P}{500},$$

worin R den Halbmesser der Cuvelage und P den äußeren Druck in kg auf 1 qcm Fläche bedeutet. Der Koeffizient 500 drückt die zulässige Belastung für 1 qcm aus. Schulz¹⁾ ist der Ansicht, daß bei sorgfältiger Konstruktion eine Belastung von 800 kg für 1 qcm sehr wohl zulässig wäre. Dabei nimmt er für einen Schacht von 320 m Teufe 12 Serien Wandstärken von 32, 36, 40, 44, 48, 52, 55, 58, 61, 64, 67, 70 mm an, bei denen die Cuvelage ein Gesamtgewicht von 1 700 000 kg erhalten würde.

Vor der Abnahme wird jeder Ring in einem, oben und unten mit Flantschen abzuschließenden, eisernen Bottiche einer Druckprobe mit dem doppelten zu erwartenden Wasserdrucke unterworfen. Das mittlere Gewicht eines Cuvelageringes beträgt:

bei 32 mm Wandstärke 5100 kg,			
-	36	-	5600 -
-	40	-	6100 -
-	44	-	6700 -

Eine Cuvelagesäule von 100 m Höhe wiegt rund 590 000 kg.

Die einzelnen Ringe werden über Tage aufgesetzt, und unter Dichtung mit Bleiblech zusammengeschraubt, wobei das herausgepreßte Blei mit Stemmeisen wieder in die Fugen eingestemmt wird.

§ 110. **Aufheben und Senken der Cuvelage.** — Die ganze Cuvelage hängt an 6 Ankerstangen a (Fig. 590), welche am unteren Ende der Cuvelage, jedoch über dem Gleichgewichtsboden G befestigt sind und ebenso, wie die Ringe, durch Aufsetzen ergänzt werden.

Über Tage sind die Ankerstangen durch Wirbel mit Senkschrauben von 4 m Länge und 8 cm Dicke verbunden, deren Muttern aus Kanonenmetall bestehen und in den Naben konischer Zahnräder festgekeilt sind. In die letzteren greifen andere konische Zahnräder ein, deren Achsen in Lagerböcken ruhen und eine Handkurbel tragen.

An jeder Handkurbel steht beim Senken ein Mann und dreht die Kurbel um ein bestimmtes Maß. Ist die Senkschraube abgearbeitet, dann werden die Ankerstangen, ebenso wie gewöhnliche Bohrgestänge, mit Gabeln abgefangen, die Senkschrauben in die Höhe gebracht und in die Lücke Ergänzungsstücke eingesetzt, bis man volle Ankerstangen einbringen kann.

§ 111. **Gleichgewichtsboden.** — Um jedoch nicht das volle Gewicht der Cuvelage den Ankerstangen anvertrauen zu müssen, hat man am unteren

1) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 42.

Ende der ersteren den schon erwähnten Gleichgewichtsboden G (Fig. 590) derart an einer der Flanschen angebracht (Fig. 591), daß er später bequem gelöst und durch die Cuvelage hindurch emporgezogen werden kann.

Fig. 590. Cuvelage mit Zubehör.

Nunmehr verliert die Cuvelage so viel an Gewicht, als dasjenige des von ihr verdrängten Wassers beträgt, also z. B. bei 100 m Teufe und 4 m Durchmesser rund 4 200 000 kg.

Da aber das Gewicht der Cuvelage bei derselben Teufe nur 590 000 kg beträgt (§ 109), so würde Auftrieb stattfinden, wenn man nicht allmählig so viel Wasser in das Innere der Cuvelage treten ließe, daß die Ankerstangen eben belastet sind.

§ 112. Gleichgewichtsröhre. — Um nach dem Eintreffen der Moosbüchse (§ 113) auf der Schachsohle dem unter dem Gleichgewichtsboden

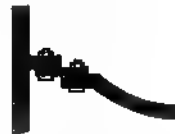


Fig. 591. Befestigung des Gleichgewichtsbodens an der Cuvelage.

befindlichen Wasser einen Ausweg zu verschaffen, führt Chaudron mit der Cuvelage die Gleichgewichtsröhre R , siehe Fig. 590, so weit auf, daß der obere Rand über den Wasserspiegel emporragt. Früher blieb der obere Rand der Röhre unter dem Wasserspiegel und war mit einem Hahnverschlusse versehen, durch welchen man das nötige Ballastwasser in die Cuvelage treten ließ. Gegenwärtig wird dies in derselben Weise mit einem Spritzenschlauche als Heber besorgt, wie bei dem Verfahren von Lippman & Co. Vergl. § 122.

§ 113. **Moosbüchse.** — Den untersten Teil der Cuvelage bildet die Moosbüchse, welche nach Art einer Stopfbüchse die vorläufige Abdichtung der Cuvelage auf der Sohle gegen die Schachtwände durch Moos zu bewirken hat.

Die Moosbüchse besteht aus den zwei Ringen M_1 und M_2 , deren Konstruktion aus Fig. 583 ersichtlich ist. Bevor der Ring M_1 auf der Sohle eingetroffen ist, hängt er frei an den Stangen ss , welche durch, an dem oberen Flantsche des Ringes M_2 angeschraubte Lappen hindurch gehen und auf diesen mittelst Bunden aufgehängt sind. Nachdem jedoch M_1 auf der Sohle angekommen ist, senkt sich, wie es Fig. 590 andeutet, das ganze Gewicht der Cuvelage mit dem Ringe M_2 hinter M_1 hinab und preßt das Moos zusammen, sowie gegen das Gestein. Im Schachte Königsborn war das Moos von 1,75 m auf 0,43 m Höhe zusammengedrückt. Bei neueren Einrichtungen hat man die Stangen s fortgelassen und hängt den unteren Ring der Moosbüchse mittelst angeschraubter Ansätze auf einem Vorsprunge auf, welcher sich an der Innenwand des oberen Ringes befindet und eine Verbreiterung dessen Fußes bildet.

Mit dem Herrichten der Moosbüchse beginnt der Einbau der Cuvelage. Nachdem der untere Ring derselben auf den Boden des Vorschachtes gesetzt ist, wird der obere Ring übergeschoben, die eben erwähnte Vorrichtung zum Aufhängen angebracht und sodann der obere Ring bis zur letzteren emporgezogen, worauf von einem Fuße zum anderen eine Bretterschalung auf Holzpflocken angenagelt wird. Die letzteren sind in Löcher eingetrieben, welche in Entfernungen von etwa 15 cm in den äußeren Rand der Füße beider Ringe eingebohrt sind. Der Raum hinter der Bretterschalung wird mit Moos dicht ausgefüllt und sodann die Verschalung durch ein Netz von Bindfaden ersetzt, um während des Einsenkens ein Herabfallen des Moores zu verhüten.

Nachdem die Moosbüchse abgefangen ist, setzt man auf dieselbe den ersten Cuvelagering mit dem Gleichgewichtsboden, verbindet diesen Ring mit den Ankerstangen, hebt mit denselben das Ganze etwas an, damit man die Unterlagen der Moorbüchse entfernen kann und beginnt nunmehr das Einsenken der Cuvelage.

§ 114. **Verfahren beim Senken.** — Sobald der oberste Ring eingelassen ist, werden die Ankerstangen auf sechs, in Form eines Polygons über die Schachtöffnung gelegten Balken mit Gabeln abgefangen, die Schraubenspindeln hoch geschraubt, ein neuer Ring auf eine, den Schacht während

der Arbeit verschließende Schiebebühne gebracht und aufgehängt, alsdann die Ergänzungsstangen eingesetzt, der neue Ring mit der Kabelmaschine etwas angehoben, nach Entfernung der Schiebebühne aufgesetzt und mit der Cuvelage verschraubt, worauf das Senken von neuem beginnt.

Die Schiebebühne besteht aus zwei Teilen, welche mit Rädern versehen sind und auf zwei Eisenbahnschienen laufen. In der Mitte der geschlossenen Schiebebühne befindet sich eine Öffnung für Gestänge und Seil und auf derselben ein Stück Schienenstrang, so daß man die schweren Apparate und Cuvelageringe, welche man mittelst Krahn auf einen Gestellwagen gesetzt hat, mit diesem über den Schacht fahren, dort am Seile u. s. w. aufhängen, anheben und nach Entfernung des Gestellwagens, sowie Öffnen der Schiebebühne in den Schacht einlassen kann.

§ 115. **Betonieren.** — Der zwischen der Cuvelage und den Schachtstößen bleibende Raum von 20 cm Weite wird mit Beton ausgefüllt, welchen man mit besonders konstruierten Löffeln einbringt, und zwar wendet man in der Regel deren drei gleichzeitig an. Auf Clotildeschacht bei Eisleben wird man an vier Stellen betonieren, indem man je zwei Löffel mit einem, über Rollen geführten Seile verbindet, so daß gleichzeitig zwei gefüllte Löffel nach unten und zwei geleerte nach oben gehen.

Der Betonlöffel besteht aus zwei, dem Schachtstoße konform gekrümmten Blechwänden, welche seitlich durch Holzstreifen geschlossen sind; im Boden befindet sich eine Klappe.

Die Löffel, welche eine Füllung von 0,2 cbm haben, werden an Seilen eingelassen und, unten angekommen, durch Öffnen der Klappe, ebenfalls mit Hilfe eines Seiles entleert.

Der Beton wird aus 4 Teilen Sand, 4 Teilen gesiebttem Wasserkalke, 4 Teilen Traß und 1 Teil Zement zusammengesetzt. Nach der Tiefe zu nimmt man etwas mehr, nach oben hin weniger Zement.

In 24 Stunden ist man imstande, mit drei Löffeln 5 bis 8 m Höhe zu hinterfüllen. Auch kann man in oberen Teufen Ziegelbrocken zusetzen, welche von oben her direkt mit der Schaufel eingetragen werden.

Auf 1 m Schachthöhe sind etwa 3 cbm Beton, und zur Erhärtung 1 bis 2 Monate erforderlich.

§ 116. **Fertigstellung des Schachtes.** — Nach dem Erhärten des Betons wird zunächst das Wasser im Inneren der Cuvelage gesümpft, was mit gewöhnlichen, am Boden mit einem Ventile versehenen Wassertonnen geschehen kann.

Sobald der Gleichgewichtsboden erreicht ist, wird derselbe gelöst und zu Tage gebracht, was bei dem Gewichte von 4800 kg am sichersten mit Hilfe der Bohrstangen geschieht.

Es erübrigt jetzt nur noch, der Cuvelage einen festen Fuß zu geben. Zu diesem Ende teuft man den Schacht mit Schlägel und Eisen 3 bis 4 m ab, legt bei 2,8 m unter der Moosbüchse einen aus 12 Segmenten bestehenden eichenen Keilkranz, auf diesen einen eben solchen eisernen von 25 cm Höhe

und 30 cm Tiefe, und darauf einen zweiten eisernen von gleicher Konstruktion. Alle drei dienen als Fundament für die nun folgende Anschlußcuvelage, welche den Raum unter der Moosbüchse bis auf eine Spalte von 3 bis 4 cm ausfüllt. Die letztere wird, nachdem die Anschlußcuvelage mit Beton hinterfüllt ist, verkeilt und pikotiert.

§ 117. **Verändertes Kind-Chaudron'sches Verfahren.** — Eine wesentliche Vereinfachung hat das Kind-Chaudron'sche Verfahren beim Abbohren des Schachtes Nr. 6 der Gruben von Escarpelle bei Douai ¹⁾ erfahren, indem man nach früheren Vorgängen ²⁾ die Moosbüchse, außerdem aber auch den Gleichgewichtsboden nebst Röhre, fortgelassen hat. Der unterste Ring hat einen 20 cm breiten Fuß, mit dem er sich auf der Schachtsohle aufsetzt. Das wasserdichte Abschließen gegen das Gestein erreicht man lediglich durch das Betonieren, welches allerdings mit großer Sorgfalt geschieht. Alle angewendeten Materialien haben Mühlen durchlaufen, in welchen sie nicht allein fein gemahlen, sondern auch innig gemischt werden. Man hält es auch für überflüssig, den Fuß der Cuvelage durch Keilkränze zu sichern, sondern man schließt die Mauerung im Steinkohlengebirge unmittelbar an den Fuß der Cuvelage an.

Die Verbindung der Flantschen geschieht mit 3 mm starkem Bleiblech und je 60 Schrauben. Die Zusammensetzung des Betons war:

1. Für die 10 untersten Meter (9,60 m Tiefe)
 - 3 Teile Portland-Cement
 - 1 Teil hydraulischer Kalk
 - 1 - harte, gut verglaste Schlacke
 - 1 - ungewaschener Sand.
2. Für die nächsten 30 Meter
 - 3 Teile Portland-Cement
 - 3 - hydraulischer Kalk
 - 3 - kohlenfreie Schlacke
 - 3 - Sand, gemahlene Ziegelbrocken.
3. Für die darauf folgenden 35 Meter
 - 2 Teile Portland-Cement
 - 2 - Roman-Cement
 - 2 - hydraulischer Kalk
 - 3 - gewöhnliche Schlacken
 - 3 - Sand aus den oberen Teufen des Schachtes
 - 4 - Ziegelbrocken.
4. Endlich für den Rest
 - 4 $\frac{1}{2}$ Teile Portland-Cement
 - 4 $\frac{1}{2}$ - Roman-Cement
 - 2 - hydraulischer Kalk

¹⁾ Bull. de la soc. de l'ind. min. 1886. p. 463.

²⁾ Ebenda. 1882. p. 467.

- 3 Teile gewöhnliche Schlacken
- 3 - Sand wie bei 3.
- 7 - Ziegelbrocken.

Für die untersten Meter geschah das Zerbrechen und Mengen der Materialien mit der größten Sorgfalt, je höher hinauf, um so weniger vollständig wurde das Zerbrechen ausgeführt.

Die Wandstärke der Cuvelage beträgt unten 35 mm und vermindert sich nach oben auf 25 mm. Der Preis war 17 fr. für 100 kg. Die Kosten der Cuvelage von 64,69 m Höhe haben betragen:

Für	Arbeitslöhne fr.	Materialien fr.
Herstellen der Hängebank, Vorschacht	24 674,95	43 692,90
Abbohren des Schachtes	16 788,00	8 304,45
Einhängen der Cuvelage, Betonieren .	7 780,40	4 403,01
Im Ganzen	49 243,35	26 667,36
Cuvelage		59 339,90
Schrauben		2 942,59
Bleidichtung		1 309,25
Im Ganzen		90 229,10
Dazu Arbeitslöhne		49 243,35
Gesamtkosten		139 472,45

Die Arbeit ist trotz ihrer Abweichung vom gewöhnlichen Verfahren vollkommen gelungen, da die Cuvelage sowohl am Fuße, als auch in ihrer ganzen Höhe durchaus wasserdicht abschließt. Gleichwohl dürften sowohl Moosbüchse als auch Gleichgewichtsboden im allgemeinen eine größere Sicherheit für ein glückliches Gelingen der Arbeit bieten.

§ 118. **Schlussbemerkungen.** — Der lichte Durchmesser der Cuvelageringe von 3,65 m innerhalb der Flantschen, welcher einem mittleren äußeren Durchmesser von 4 m entspricht, ist als Maximum zu betrachten, weil einmal größere Ringe das zulässige Normalprofil bei den Eisenbahnen überschreiten würden und man bei größerem Durchmesser Eisengießerei, Dreherei u. s. w. am Schachte haben müßte, wie bei den Schächten von Huntington in England, welche eine lichte Weite von 15 Fuß englisch = 4,6 m haben. Außerdem steigen die Schwierigkeiten beim Abbohren wegen der größeren Gewichte, und endlich kommt man bei größerer Tiefe auf sehr bedeutende Wandstärken der Cuvelage.

Ob man später zur Verminderung der Wandstärke Gußstahl anwenden kann, hängt davon ab, ob es gelingen wird, absolut dichten, blasenfreien Guß herzustellen. Braucht man notwendig mehr Raum, als ihn ein Schacht von 3,65 m lichter Weite bietet, dann wird es sich in den meisten Fällen empfehlen, einen zweiten abzubohren. In der Regel wird jedoch die er-

wähnte lichte Weite genügen, wie die Querschnitte Fig. 272, 273, 274¹⁾ darthun. Übrigens ist man an einen Maximal-Durchmesser des Schachtes nicht gebunden, wenn man statt der geschlossenen Ringe solche aus bearbeiteten Segmenten mit innerer Verschraubung und Bleidichtung anwendet.

b. Bohrschächte nach dem Systeme Lippman & Co.
in Paris²⁾.

§ 119. **Apparate und Einrichtungen zum Bohren.** — Nachdem im Vorstehenden das Schachtabbohren nach Kind-Chaudron ausführlich beschrieben ist, erübrigt es nur noch, bezüglich der Methode Lippman & Co. (Mauget-Lippman) auf die Unterschiede beider Methoden aufmerksam zu machen.

Zunächst greift die Maschine nicht direkt, sondern mittelst einer Kurbel am Bohrschwengel an (Fig. 592)³⁾. Die Kurbelscheibe steht durch eine mehrfach umschlungene Treibkette mit der Maschine in Verbindung, so daß die Stöße beim Bohren bis zur Maschine sehr abgeschwächt werden.

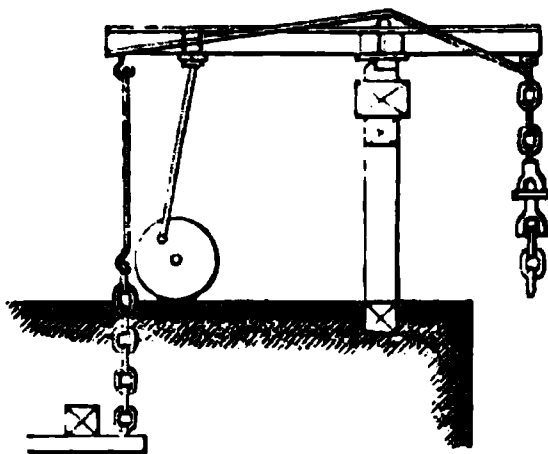


Fig. 592. Maschinelle Einrichtung beim Schachtabbohren nach Lippman & Co.

Die Bohrgestänge bestehen aus quadratischem Eisen, sind 8,2 m (27 Fuß engl.) lang und haben im Querschnitte 83 mm (3 1/4 Zoll engl.) Seite.

Sodann geschieht das Bohren ausschließlich mit einem Freifallapparate (Fig. 593, 594 und 595), dessen Zangen in der Weise geöffnet werden,

daß beim Einwenden ein aus zwei Stützen *ss'* bestehendes Gestell auf der Sohle des Schachtes aufstößt. Dadurch wird eine Arretierung, welche die oberen Zangenenden auseinander hält, ausgelöst und der Bohrer zieht sich durch sein Gewicht aus der Zange heraus.

Mit der Anwendung eines Freifallapparates ist besonders bei tieferen Schächten und ungleich festem Gesteine der Vorteil verbunden, daß der Schacht senkrecht bleibt, was sich in Königsborn schon dadurch zeigte, daß die Führung *f* des Meißels (Fig. 593 und 594) in keiner Weise abgeschliffen war.

Die Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf hat sich den in Fig. 595 dargestellten Auslöseapparat⁴⁾ patentieren lassen, der bezüglich seines Funktionierens mittelst Schirm unter Wasser an das Kind'sche Freifallinstru-

1) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. Taf. VIII.

2) Demmler, a. a. O. (§ 103, Note 1.).

3) Ebenda. Taf. I. Fig. 2.

4) Tecklenburg in Zeitschr. für Baukunde. 1883. Bd. VI. Heft 3. S. 315.

ment, sowie an einen von Léon Dru ¹⁾ vorgeschlagenen Apparat erinnert und wie dieser mit hydraulischem Drucke arbeitet.

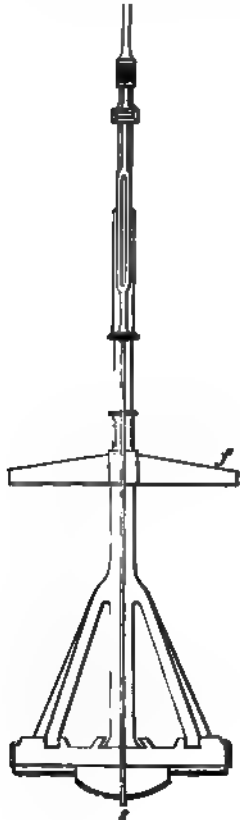


Fig. 593.

Fig. 594.

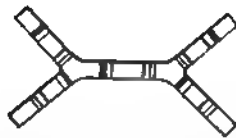


Fig. 595. Schachtbohrer von Lippman & Co.

Fig. 596.

In einem Cylinder *a* kann sich ein an dem Obergestänge befestigter und mit einem nach oben sich öffnenden Ringventile versehener Kolben *b* auf und ab bewegen. Der mit dem Untergestänge zusammenhängende, voll-

¹⁾ Léon Dru, Notice sur les appareils et outils de sondage. Paris 1878. p. 26.
Köhler, Bergbaukunde. 2. Aufl. 35

ständig geschlossene Cylinder ist mit einer Steuerung, ähnlich der einer Dampfmaschine versehen, welche das, sämtliche Räume ausfüllende Wasser bald über, bald unter den Kolben treten läßt. Der Steuerkolben *c* ist mit Hebeln und Zugstangen, welche zu dem unter dem Cylinder verschiebbaren Blechschirme *d* führen und ein Gegengewicht *e* tragen, verbunden.

Bei dem Aufgange des Gestänges wird der Schirm durch das in dem Bohrschachte befindliche Wasser nach unten gedrückt; dadurch werden die Hebel und der Steuerkolben so gestellt, daß das Wasser über dem Hauptkolben abgeschlossen ist. Sobald sich die Bewegung des Gestänges in die niedergehende umändert, hebt das Schachtwasser den Schirm und der Steuerkolben wird niedergedrückt, so daß die Kommunikation des Wassers über und unter dem Kolben *b* durch die Steuerkanäle stattfinden und der Cylinder, mit ihm aber auch das Untergestänge und der Bohrer, rasch fallen kann. Das Obergestänge hat seinen Niedergang erst dann vollendet, wenn der Kolben, dessen Ringventil das Aufsteigen des Druckwassers noch erleichtert, wieder auf dem Boden des Cylinders angekommen ist und ein neues Spiel beginnen kann. Eine praktische Verwendung hat dieser Auslöseapparat jedoch nicht gefunden, vielmehr sind auch bei den neuesten Bohrungen stets Apparate nach Kind'schem System angewendet.

Das Gewicht des Lippman'schen Meißels beträgt

ohne Zähne rund	16 900 kg
die Zähne selbst wiegen . .	1 700 -
der Freifallapparat wiegt .	3 400 -
Summa	22 000 kg.

Die Kosten dafür betragen im Jahre 1874 = 48 000 Mk.

§ 120. Das Löffeln. — Das Löffeln geschieht ebenfalls am Gestänge. Der Löffel (Fig. 597 und 598) ist ein Kasten aus Eisenblech, dessen Boden

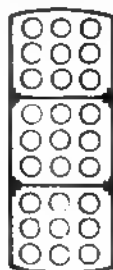


Fig. 597.
Lippman's Apparat zum Löffeln.

27 mit Ventilen verschlossene Öffnungen von je 30 cm Durchmesser hat. An den Ventilen befinden sich Stangen mit Ösen am oberen Ende, welche über dem Löffel in durchbohrten Bügeln geführt werden. Die Länge des Löffels beträgt 4,10, seine Breite 1,40 m.

Sobald derselbe zu Tage kommt, wird er auf einen Gestellwagen gesetzt, welchen man auf der vorher geschlossenen Schiebbühne unterschiebt, sodann wird er ins Freie gefahren und durch Anziehen der Ventilstangen entleert.

§ 121. Einbringen der Cuvelage. — Das Einbringen der Cuvelage und die letztere selbst unterscheiden sich von der vorhin beschriebenen Kind-Chaudron'schen Methode nur insofern, als man keine Gleichgewichtsröhre, sondern im Gleichgewichtsboden (falschen Boden) nur einen kurzen Stützen hat. Derselbe ist mit einem Hahnverschlusse versehen, von welchem aus zwei

Seile nach oben gehen. Beim Anziehen des einen Seiles wird der Hahn geöffnet, beim Anziehen des anderen geschlossen.

Das Öffnen des Hahnes wird jedoch erst dann vorgenommen, wenn die Moosbüchse auf der Sohle angekommen ist und man dem, unter dem falschen Boden eingeschlossenen Wasser einen Ausgang verschaffen muß.

§ 122. **Einführen von Wasserballast.** — Das Einführen von Wasserballast geschah in Königsborn einfach in der Weise, daß man, auf dem Boden des Vorschachtes stehend, einen, an einem Ende mit einem Holzpfpfen verschlossenen Spritzenschlauch durch Eintauchen in das Wasser hinter der Cuvelage füllte, sodann das verschlossene Ende, unter gleichzeitigem Entfernen des Verschlusses, über den obersten Rand der Cuvelage hing und den Schlauch als Heber wirken ließ.

§ 123. **Betonieren.** — Endlich ist das Verfahren des Betonierens bei Lippman abweichend, insofern, als man an drei Stellen des Schachtes eiserne, zusammengeschraubte, außen glatte Röhren hinter der Cuvelage einsenkt, dieselben oben mit einem Trichterstücke versieht und in dieses den Beton, welcher in drei unmittelbar am Schachte stehenden Betonmühlen zubereitet wird, einfließen läßt.

In dem Maße, wie der Beton im Schachte aufsteigt, werden die Röhren emporgezogen und abgeschraubt.

Das Betonieren im Schachte Königsborn dauerte 8 Tage. Bei der Tiefe desselben von 182 m wurden also in 24 Stunden 22,75 m betoniert, d. h. fast viermal so viel, als mit Löffeln bei Chaudron; dagegen sind die Anschaffungskosten für die Röhren wesentlich höher, als diejenigen für die Chaudron'schen Betonlöffel. Die Kosten des Betonierens stellten sich im Schachte Königsborn auf 31 000 Mk.

c. Kosten der Bohrschächte und Leistungen beim Abbohren.

§ 124. **Vergleich der Methoden unter sich und mit gewöhnlichem Abteufen.** — Unter sonst gleichen Umständen wird kaum ein wesentlicher Unterschied in den Kosten und Leistungen der beiden vorhin beschriebenen Methoden des Schachtabbohrens sein. Wo sich ein solcher dennoch herausgestellt hat, dürfte er in erster Linie durch die Gesteinsbeschaffenheit veranlaßt sein.

Im allgemeinen hängen die Kosten von der Härte des Gesteins, dem Durchmesser des Schachtes und seiner Tiefe, ferner von notwendiger Verrohrung und vom Preise des Gußeisens ab.

Am vorteilhaftesten zeigen sich Kosten und Leistungen für Bohrschächte in sehr wasserreichem Gebirge, im Vergleich zu dem gewöhnlichen Abteufen mit Wasserhaltung. So kostete bei letzterem Verfahren das steigende Meter in je einem Schachte von:

Carling	11488 Mk.
Merlebach	18920 -
Falck	13817 -

Trotzdem konnten alle drei Schächte nicht bis ins Steinkohlengebirge abgeteuft werden und die aufgewendeten großen Opfer waren vergebens gebracht.

Dagegen wurden nach der Methode Kind-Chaudron unter denselben Umständen folgende Schächte in l'Hôpital glücklich durchgebracht¹⁾:

a. Schacht Nr. 1 (Wetterschacht) mit einem Durchmesser im Lichten von 1,80 m und einer Teufe von 159 m in 3 1/2 Jahren. Die Kosten für das steigende Meter betrugen einschl. Cuvelage 1335,20 Mk.

b. Schacht Nr. 2 (Förderschacht) mit einem lichten Durchmesser von 3,40 und einer Teufe von 159,20 m in 3 Jahren mit 2248 Mk. für das steigende Meter.

Ziemlich ebenso hoch stellten sich die Kosten für zwei Schächte von 3,20 m lichtem Durchmesser und 91,44 m Teufe bei Meurchin in Nordfrankreich²⁾.

§ 125. Weitere Beispiele von den Kosten der Bohrschächte. — Von den Schächten der Zeche Dahlbusch kostete Nr. 2 bei 105 m kuvelierter Teufe 293 600 Mk., oder für das steigende Meter rund 2777 Mk., Nr. 3 und 4 dagegen 1740 Mk., während das weitere Abteufen im Steinkohlengebirge 1650 Mk. für das steigende Meter kostete.

Der nach der Methode Lippman & Co. abgeteuft Schacht Nr. 2 der Zeche Rheinelbe bei Gelsenkirchen kostete rund

an Gehältern, Löhnen und Fracht . . .	100 000 Mk.
- Material	305 480 -
	Summa 405 480 Mk.

(Die Cuvelage allein kostete 196 620 Mk. oder für das steigende Meter 4621,56 Mk.)

In Königsborn kostete der nach derselben Methode abgebohrte Schacht:

an Arbeitslohn, Fracht und Betriebsmaterialien	182 604 Mk.
die Cuvelage, 905 604 kg Gußeisen nebst Schrauben, Stangen und verbrauchten Kohlen	222 680 -
	Summa 405 284 Mk.

also bei einer Teufe von 182 m rund 2227 Mk., wobei zu bemerken ist, daß der durchbohrte Mergel außerordentlich hart war.

Eine wesentliche Ersparung an den Kosten der Cuvelage, nämlich etwa 250 000 Mark für 175 m Schachtteufe, hat man auf Zeche Gneisenau³⁾ in

1) Bull. de la soc. de l'ind. min. 1877. p. 479 ff.

2) Schulz in Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 47.

3) Auf der Zeche Gneisenau ist seit 1883 ein Schacht nach dem Verfahren von Kind-Chaudron abgebohrt. Näheres in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 35.

Westfalen dadurch erzielt, daß man die Cuvelage nicht bis zu Tage ausgeführt, sondern oberhalb der Wasserzuflüsse beendet hat. Der oberste Ring war mit einem Ventil und Verschußdeckel versehen, durch welchen die Gleichgewichtsröhre in einer Stopfbüchse hindurchgeführt wurde. Nach dem Aufsetzen der Moosbüchse wurde das Ventil durch eine, mit einem Gestängestück in Verbindung stehende Kette angehoben und die Moosbüchse durch das in die Cuvelage einströmende Wasser zusammengedrückt. Darauf begann das Betonieren, indem man die Betonlöffel an acht Seilen führte, welche unten an der Außenseite der Moosbüchse befestigt und auf der Hängebank straff gespannt waren. Über dem wasserführenden Schachtteile wurde ein erster Betonabschluß hergestellt, für welchen schon vorher durch Ausspitzen des Gebirges Raum geschaffen war¹⁾.

§ 126. **Allgemeine Vorteile der Bohrschächte.** — Ebenso wie in Lothringen mußten u. a. auch in Westfalen eine ganze Reihe von Schächten (Scharnhorst, Hansa II, Gneisenau, Hansemann, König Ludwig, Bertha Wilhelmine, Gustav Adolph) nach langjähriger harter Arbeit bei gewöhnlichem Abteufen und einem Kostenaufwande von 12 Millionen Mark schließlich aufgegeben werden, während sie als Bohrschächte sicher und mit geringeren Kosten bis ins Kohlengebirge gebracht sein würden. Dabei ist auch noch zu berücksichtigen, daß das Gebirge in der Umgebung des Schachtes dauernd seinen natürlichen Wasserstand behält, und daß man, wie schon früher erwähnt wurde, mit Anwendung der Bohrschächte kostspielige Anlagen zur Wiederbeschaffung des entzogenen Brunnenwassers, bzw. lästige Prozesse vermeidet.

Alle diese Vorteile gelten jedoch nur für sehr wasserreiches Gebirge, liegt ein solches nicht vor, dann ist das gewöhnliche Abteufen vorzuziehen, weil es im allgemeinen billiger ist.

Kapitel XIII.

Wasserdichter Ausbau in wasserreichem, rolligem Gebirge.

A. Senkschächte²⁾.

§ 127. **Allgemeines.** — Häufig sind Braunkohlenflötze, Salzlager und auch das Steinkohlengebirge mittelbar oder unmittelbar von mehlförmigen, zum Teil thonigen Sandmassen bedeckt, welche mehr oder weniger wasserreich sind und dann die Namen Schwimmsand, Fließ und (in Oberschlesien) Kurzawka führen. Ist der Schwimmsand wasserarm, so bietet

1) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 249.

2) Ebenda. 1856. Bd. 3. S. 228; 1858. Bd. 6. S. 176; 1859. Bd. 7. S. 194; 1860. Bd. 8. S. 24.

er dem Abteufen keine wesentlichen Schwierigkeiten, denn er steht dann gut und ist leicht zu gewinnen. Je mehr aber der Wassergehalt steigt, um so mehr nimmt der Schwimmsand die Eigenschaften einer dick- oder dünnflüssigen Masse an, in welcher das Abteufen von Schächten zu den schwierigsten bergmännischen Arbeiten gehört.

Der Schwimmsand liegt gewöhnlich dicht unter der Humusdecke und hat in den meisten Fällen nicht mehr als 12 bis 20 m Mächtigkeit, nur in den Flußniederungen, u. a. im Ruhr- und Rheingebiete, sind derartige Schichten sehr mächtig und auch ausgedehnt. Im übrigen Flachlande füllt er die Vertiefungen seiner Unterlage, also in Westfalen, in Belgien und im nördlichen Frankreich des Emscher Mergels aus, so daß man oft durch eine geringe Verschiebung des Schachtpunktes in der Lage ist, dem Schwimmsande entweder ganz aus dem Wege zu gehen oder doch eine Stelle zu wählen, wo er nur eine geringe Mächtigkeit hat. Diese Thatsache weist auf die Notwendigkeit hin, durch Bohrungen, welche mit dem Spritzbohrverfahren (s. d.) leicht und billig auszuführen sind, den Schachtpunkt sorgfältig auszuwählen.

Muß ein Schacht in Schwimmsand abgeteuft werden, so geschieht es durch einen wasserdichten Ausbau, welcher dem Abteufen unmittelbar nachfolgt oder womöglich etwas vorausgeht und entweder durch sein eigenes Gewicht einsinkt oder durch Belasten und Pressen niedergedrückt, gleichzeitig aber durch Aufbauen über Tage ergänzt wird. Nur bei geringer Mächtigkeit und Flüssigkeit des Schwimmsandes erscheint es gerechtfertigt, Getriebearbeit anzuwenden.

Ein glänzendes und einzig dastehendes Beispiel, wie durch Einsicht, Energie und Ausdauer Senkschächte unter den größten Schwierigkeiten, nach 20 jähriger mühevoller Arbeit durch 134 m mächtige Diluvialschichten mit dünnen Mergellagen glücklich bis ins Steinkohlengebirge gebracht sind, liefert die Zeche Rheinpreußen bei Homberg am Rhein¹⁾. Es ist dieses Beispiel besonders lehrreich, weil es zeigt, wie mannigfach die Störungen sind, denen man bei dieser Arbeit ausgesetzt sein kann.

Andere interessante Beispiele liefern der Schacht auf Zeche Deutscher Kaiser²⁾ (durch 75 m Diluvialgebirge und 54 m Kreidemergel abgeteuft), sowie die Zeche Ruhr und Rhein³⁾, beide bei Ruhrort.

§ 128. Abteufen mit Wasserhaltung. — Während bei den Bohrschächten nur in toten Wassern abgeteuft wird, kann man bei den Senkschächten mit und ohne Wasserhaltung vorgehen. Das Abteufen mit Wasserhaltung ist bei geringen Teufen am gebräuchlichsten. Dabei wird das Gebirge auf der Schachtsohle, nötigenfalls unter Vertäfelung der letzteren (s. Getriebearbeit §§ 37—40), mit der Hand gewonnen, während gleichzeitig der oben aufgesetzte Ausbau zum Sinken gebracht wird.

1) Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 11. S. 43—62; 1869. Bd. 17. S. 383—416; 1872. Bd. 20. S. 93—119; 1875. Bd. 23. S. 236—251; 1879. Bd. 27. S. 1—13.

2) Rive in Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 67 ff.

3) Ebenda. 1870. Bd. 18. S. 273.

§ 129. **Abteufen in toten Wassern.** — Das Abteufen in toten Wassern, also ohne Wasserhaltung, bietet durch den Gegendruck innerhalb des Ausbaues besseren Schutz gegen Durchbrüche, als dasjenige mit Wasserhaltung.

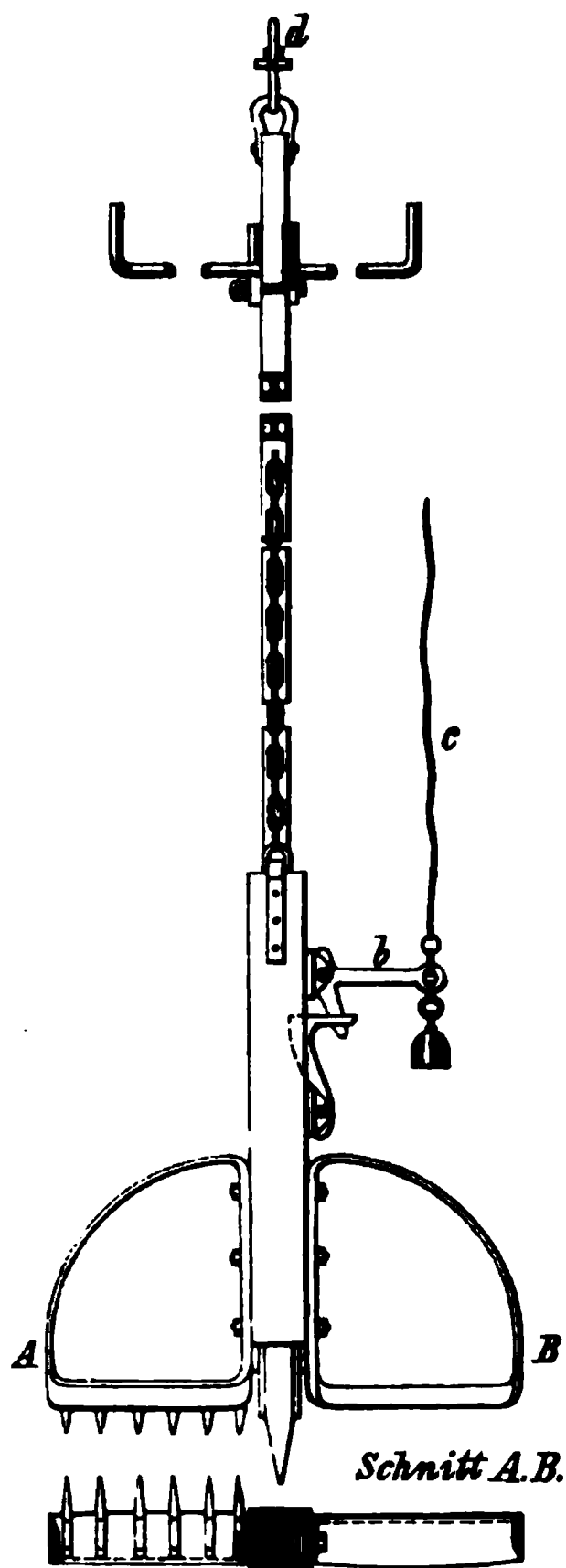


Fig. 599.

Doppelsackbohrer.

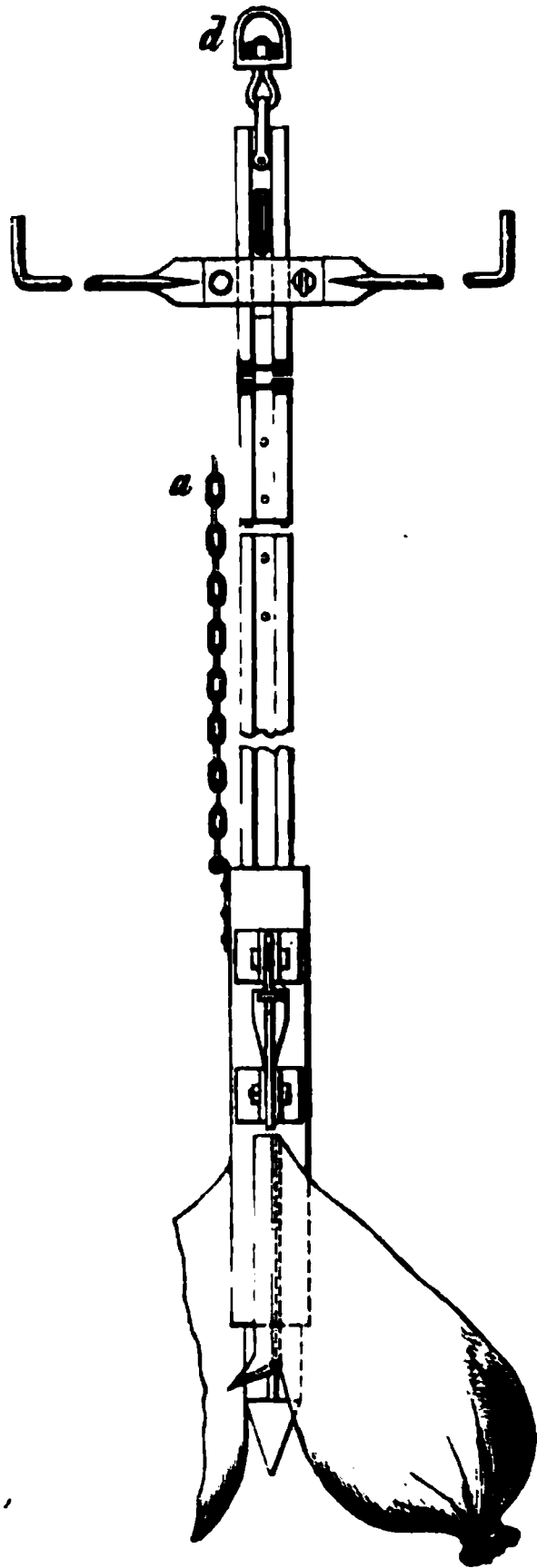


Fig. 600.

Die Gewinnung des Gebirges auf der Schachtsohle erfolgt durch ein- oder zweiflüglige Sackbohrer, und wenn grobe Kiesbrocken, erratische Blöcke oder feste Gesteinsschichten zu beseitigen sind, durch Anwenden von hufeisenförmigen Messern ¹⁾, mit denen man die Geschiebe ebenfalls drehend beseitigt.

Bei einflügeligen Sackbohrern ist am unteren Ende einer, mit eiserner Spitze versehener Stange ein eiserner Bügel befestigt und an diesen ein Sack von grober Leinwand oder Drillich angenäht. Der Sack füllt sich beim Drehen der Stange, läßt aber beim Aufziehen nur Wasser durch, wäh-

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 71. — Vergl. § 144.

rend der Sand zurückgehalten wird. Als Beispiel eines zweiflügeligen oder Doppel-Sackbohrers möge der durch die Fig. 599 u. 600, S. 551 dargestellte von Diak¹⁾ dienen. Derselbe ist mit zwei Bügeln und mit zwei Säcken, aus dicht geflochtenem Tauwerk bestehend, versehen. Die Bügel sind an dem eigentlichen Stiele verschiebbar, so daß nach Füllung der Säcke nicht der ganze Apparat, sondern nur die Bügel und Säcke gehoben zu werden brauchen, was mittelst der Kette *a* geschieht. Der Sperrhaken *b* wird vor dem Heben der Bügel durch das Seil *c* gelöst. An einem geeigneten Gerüste hängt der ganze Apparat in dem Wirbel *d*, so daß die Drehung desselben durch 4 bis 6 Arbeiter leicht bewerkstelligt werden kann. Die Kette *a* wird während der Drehung des Apparates in den Wirbel *d* gehängt, damit dieselbe sich nicht um den Stiel herum legt. Nach Füllung der beiden Säcke wird die Kette *a* an einer Windtrommel befestigt und aufgewickelt. Die durch Umkehren entleerten Säcke gleiten an der Stange so lange hinab, bis der Sperrhaken *b* in eine Falle einschnappt, wodurch der Bügel mit den Säcken in richtiger Lage gehalten wird. Der Apparat ist aus Eisen konstruiert und kann sowohl bei Baggararbeiten, als auch für Senkschächte angewendet werden.

§ 130. **Gestänge.** — Die Sackbohrer sind entweder an massiven, eisernen Stangen mit quadratischem Querschnitt von 52 bis 78 mm Seite, oder an Hohlgestängen von 10 mm starkem Eisenblech und 320 mm Durchmesser befestigt, dessen einzelne Teile in Zwischenräumen von 1,18 m mit 160 mm Übergreifung zusammenge-nietet sind (Fig. 601 und 602).



Fig. 601. Bohrgestänge zum Abbahren von Senkschächten.

Fig. 602.

Die auf solche Weise zusammen-gesetzten, 9,5 m langen Bohrstangen haben an beiden Enden Muffen, welche durch einen gußeisernen Kreuzkeil *c* verbunden sind. Am oberen Ende jeder Bohrstange ist noch ein Knaggen *a* von starkem Winkeleisen ange-nietet, welcher zum Abfangen der Gestänge auf einer Gabel dient.

Außer den ganzen Bohrstangen hat man Ergänzungstangen von 1 bis 3 m Länge.

Ein solches Hohlgestänge hat sich auch auf Zeche Deutscher Kaiser sehr gut bewährt, weil es trotz größter Anspannung durch Drehung nicht die geringste Federkraft zeigte und deshalb beim Freiwerden des Arbeitszeuges auch nicht, wie die quadratischen Gestänge, rückwärts geschleudert wurde, wodurch häufige und schwere Brüche entstehen können.

¹⁾ Handbuch d. Ingenieur-Wissensch. Bd. IV. Abteil. I. S. 336. Leipzig. 1883.

§ 131. Motoren für das Drehen des Sackbohrers. — Die Drehung des Gestänges geschieht bei geringen Teufen mit der Hand. Die Arbeiter stehen auf einer fliegenden Bühne mit zwei Klappen zum Durchziehen des Sackbohrers und drehen an einem Querbaume.

Bei größeren Teufen hat man, wie auf Zeche Rheinpreußen, Maschinenkraft angewendet, welche durch Winkelräder auf das Gestänge wirkte.

Auf Zeche Deutscher Kaiser schrieb man den großen Effekt im Abbohren zum Theil dem Umstande zu, daß man Ochsen als bewegende Kraft angewendet hat. Dieselben hielten nämlich fest, wenn der Bohrer hakte oder faßte, und ließen keine rückgängige Bewegung zu, was bei Maschinen und Pferden nicht zu erreichen sein würde. Außerdem bemerkt man ein solches Anhaken an Kieselknollen u. s. w. sofort, während bei Anwendung von Maschinenkraft oft erst eine übermäßige Anspannung des Bohrzeuges eintritt.

§ 132. Einrichtungen über Tage. — Da bei Senkarbeit die Möglichkeit von Durchbrüchen und somit von Auskesselungen über Tage vorgesehen werden muß, so hat man alle maschinellen Anlagen weit genug vom Schachte anzubringen und ihre Kraft auf geeignete Weise zu übertragen.

Das Schachtgerüst und den Bewegungsmechanismus der Pumpen verlagert man auf Rüstbäumen oder Sprengwerken, welche den Schacht genügend weit übergreifen.

Im Schachtgerüste hängt eine Seilscheibe, über welche das bei größeren Unternehmungen dieser Art von einem Dampfkabel getriebene Seil zum Fördern des Sackbohrers geführt ist.

§ 133. Material für den Ausbau. — Als Material verwendet man Mauerung (Klinkerziegel und rasch erhärtenden Zement), ferner Gußeisen, wie auf der Zeche Deutscher Kaiser, und Schmiedeeisen. Endlich hat man in einzelnen Fällen sogar Holz angewendet, und zwar sowohl faßartig, als auch in Jöchern.

Nur für die oberen Teufen eines Schachtes, bezw. bei einer Mächtigkeit des Schwimmsandes von nicht über 20 m, ist Mauerung am zweckmäßigsten anzuwenden, zumal sie später als Führung für eiserne Senkschächte, sowie als Fundament für Schachtträger u. s. w. dienen kann. Macht jedoch das weitere Einsenken der Mauerung Schwierigkeiten, dann ist es besser, dieselbe stehen zu lassen und einen eisernen Senkschacht einzusetzen, zumal man bei Auflegen von Gewichten der Gefahr ausgesetzt ist, daß der untere Teil einer Senkmauer zerdrückt und sodann durch den Wasserdruck zerrissen wird — vergl. § 143.

§ 134. Weite und Form der Senkschächte. — Bei größeren Teufen wird es immer vorkommen, daß der zuerst eingesenkte Ausbau mit allen Mitteln nicht zum weiteren Sinken zu bringen ist. Man ist alsdann genötigt, einen zweiten, dritten u. s. w. Senkschacht in den ersten einzusetzen, und muß deshalb mit genügend großen Dimensionen anfangen. Auch kommt es dabei vor, daß man, um an Raum zu sparen, in Mauerung eiserne Senkschächte einbringt, wie es auf Zeche Rheinpreußen geschehen ist.

§ 135. **Sinken des Ausbaues.** — Das Sinken erfolgt bei Mauerung durch deren Eigengewicht, allenfalls noch durch besondere Belastung. Bei Eisen und Holz müssen von vorn herein Druckschrauben oder hydraulische Pressen vorgesehen werden.

Hat sich der Schachtausbau an einer Stelle aufgehängt und versagen die oben genannten Mittel, so sucht man das weitere Sinken dadurch herbeizuführen, daß man auf der Schachtsohle an der betreffenden Stelle, nötigenfalls durch Unterschneiden mit Messern, welche durch Anziehen eines Seiles herausgedrückt werden, mehr Gebirge wegfördert, als an anderen Stellen. Freilich läuft man dabei Gefahr, daß der Schacht auf der betreffenden Seite plötzlich zu stark niedergeht und dadurch entweder schief wird oder Brüche erleidet.

Beim Abteufen des eisernen Senkschachtes der Grube Maria bei Höngen ¹⁾ hat man ein regelmäßiges Sinken des Ausbaues dadurch erreicht, daß man durch Einpressen von Wasser den Sand um den Schacht herum möglichst dünnflüssig erhielt. Zu dem Zwecke sind etwa 1,5 m über dem Schuh 40, auf der Schachtrundung verteilte, durch die Eisenwandung des Schachtes hindurchgehende feine Wasserröhrchen angebracht, welche im Innern bis zu Tage gehen und hier Wasser von höherem Drucke aufzunehmen imstande sind.

a. Gemauerte Senkschächte.

§ 136. **Der Rost und die Verankerung.** — Beim Durchteufen der Diluvialschichten von geringer Mächtigkeit hat man meistens Senkmauerung angewendet.

Die Arbeit beginnt mit dem Abteufen eines Vorschachtes bis zum Wasserspiegel, event. mit Getriebearbeit, sodann wird auf der Sohle dieses Vorschachtes der Rost eingebaut.

Derselbe besteht aus buchenen Bohlen (Fig. 603), welche mit eisernen Schrauben unter sich verbunden sind. Den untersten Teil des Rostes bildet ein Senkschuh *b* aus Eisenblech. Ferner ist *a* eine der sechs Ankerstangen von 30 bis 50 mm Stärke, welche mit dem Roste verbunden und durch die ganze Mauerung nachgeführt werden.

➤ An den Stellen, wo die Ankerstangen wechseln, bringt man auch noch ein horizontales Geschlinge von eisernen Flachschieben ein, durch deren Enden die Ankerschrauben hindurchgehen.

An den letzteren kann die Senkmauerung so weit aufgehängt werden, daß sie nicht mit einem Male zu viel oder einseitig zu sinken vermag.

Eine andere Form des Rostes zeigt Fig 604. Bei dieser ist der aus mehreren Segmenten bestehende schmiedeeiserne Schuh mit der untersten Bohlenlage durch Holzschrauben verbunden.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 281.

Bei größeren Tiefen, wo diese Konstruktion keine genügende Garantie für die Haltbarkeit bietet, dürfte entweder der Rost Fig. 604, oder der in Fig. 605 dargestellte vorzuziehen sein. Dieser hat einen gußeisernen Senkschuh, welcher aus 8 bis 16 Segmenten zusammengesetzt ist. Die Wandstärke eines solchen Schuhs betrug auf Zeche Rheinpreußen 33 mm, die Höhe 55 cm und die obere Breite 44 cm. Auf dem Schuhe liegen mehrere Bohlenlagen von 105 mm Stärke, welche

-Fig. 603.

Fig. 604.
Rost mit Senkschuh.

Fig. 605.

um 65 mm vorspringen, bis die Mauerstärke erreicht ist. Die Bohlenlagen sind durch zwischengelegte geteerte Pappe gedichtet. Die Höhlung des Schuhs, dessen Segmentfugen mit Holzbrettchen verdichtet sind, wird, um das Aufsetzen zu vermeiden, mit Brettern ausgefüllt, welche durch eiserne Reifen gehalten werden.

§ 137. **Bretterverschalung.** — Um der Mauerung eine glatte Außenfläche zu geben und dadurch sowohl das Senken zu befördern, als auch ein Abreißen der Mauer bei etwaigem Aufhängen zu vermeiden, umgibt man dieselbe mit einer Bretterverschalung *c* (Fig. 604 und 605), dessen unteres Ende an den Rostbohlen festgenagelt ist.

Um die Bretter auch in der Mitte und oben befestigen zu können, werden an den betreffenden Stellen Holzkränze mit eingemauert.

Diese Verschalung dient zugleich als Lehre für die Verjüngung des Mauerwerks, welche auf 1 m Höhe u. a. in Westfalen 38 mm, in Erfurt 87 mm beträgt¹⁾.

§ 138. **Mantel von Eisenblech.** — Auf dem Steinsalzschatte bei Schönebeck hat man an Stelle der Holzverschalung mit gutem Erfolge einen Mantel von Eisenblech angewendet. Ebenso verfuhr man auf der fiskalischen Braunkohlengrube Löderburg bei Staßfurt, Provinz Sachsen, wo der Mantel aus 5 mm starken Platten bis 9,5 m Höhe zusammengelenket wurde²⁾. Es

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 788. ²⁾ Preuß. Ztschr. 1875. Bd. 23. S. 97—98.

soll damit das Hängenbleiben im Schwimmsande besser als mit Holzverschalung vermieden werden.

§ 139. **Anbringen der Schachthölzer.** — Um die Schachthölzer im Inneren des Schachtes anbringen zu können, mauert man Kränze aus Eichenholz mit ein, welche in Erfurt¹⁾ aus drei Lagen von 157 mm Breite und 52 mm Dicke bestehen. Geschieht das Senken mit Wasserhaltung und ist man sicher, damit durchzukommen, so kann man die Zimmerung auch gleich mit einmauern.

§ 140. **Abteufpumpen.** — Wird mit Wasserhaltung abgeteuft, so bedient man sich möglichst leichter Pumpen, indem man bei größeren Teufen Steigerohre aus Zinkblech u. s. w. wählt. Die Pumpen hängen frei im Schachte und werden durch eine seitwärts am Schachte stehende Maschine mittelst Feldgestängen und Kunstkreuzen bewegt.

§ 141. **Gemauerter Senkschacht auf dem Bernsteinbergwerke bei Nortyken²⁾.** — Nachdem sich die auf Seite 561 und 562 erwähnten eisernen Senkschächte bei Nortyken als zu eng erwiesen hatten, um die für den großen Wasserzufluß notwendig gewordenen Pumpen einbauen zu können, wurde das Absenken eines Mauerschachtes von 3 m lichter Weite beschlossen und die zu erreichende Teufe desselben auf 49,50 m festgestellt.

Die Konstruktion der Schachtmauer geschah in üblicher Weise, nur daß die horizontale Verbindung der durchgehenden vertikalen Anker durch Holzkränze stattfand, um dem Schachte in sich eine größere Federung zu geben.

Auf den gußeisernen achteiligen Schuh von 4,30 m äußerem Durchmesser, 0,600 m Breite und 0,630 m Höhe, welcher nicht ausgebreitert oder ausgemauert, sondern dicht mit Cement ausgegossen wurde, kamen fünf 80 mm starke Bohlenkränze von Nadelholz, und auf diese das Mauerwerk. Dies ist bis zu einer Höhe von 30 m über dem Schuh 2 1/2 Steine, von da ab zwei Steine stark. Die äußere Bekleidung besteht aus 33 mm starken und 5 m langen Fichtenbrettern, welche (mit Ausnahme der drei untersten) an die je 2,50 m von einander entfernten, aus zwei 80 mm starken Bohlen bestehenden Holzkränze angenagelt wurden. Durch die letzteren gehen acht Schachtanker von 33 mm Stärke, welche mittelst Schraubenmuffen und schmiedeeiserner Unterlagsscheiben Kränze und Mauerwerk verbinden. Da der Schacht nicht den Zweck hat, Wasser abzdämmen, sondern im Gegenteil dieselben aus den, über der Bernstein führenden Schicht liegenden sehr wasserreichen Sanden abzuzapfen, so sind gleich bei der Aufmauerung an den betreffenden Stellen 400 Stück 45 mm weite und 0,600 m lange Gasrohre eingemauert worden, welche vorn mit einem trichterförmigen Siebe versehen sind, um die Sande nicht mit in den Schacht laufen zu lassen.

Die untere Fläche des Schachtes ist durch Betonierung geschlossen, um jeden Durchbruch beim Pumpen zu vermeiden.

1. Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 789.

2. Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 29. S. 284.

Anderthalb Meter über der Abschlußfläche ist ein doppelter eiserner Rahmen eingelassen, der in Streckendimensionen als Thürstocksgeviert zum Anstecken der ersten Streckenpfähle dienen soll.

Das Senken ging sehr langsam und stockte fast ganz, als die Teufe von 27 m erreicht war.

Durch die bis dahin angewendeten Instrumente wurde nur der mittlere Teil der im Schachte befindlichen festgelagerten Sande gefördert, während der Teil des Gebirges, der unter der schiefen Fläche und der unteren scharfen Kante des Schuhs anstand, unberührt blieb, und eine feste Sohle für die Senkmauer bildete, die das Gehen derselben hinderte. Nur durch ein allmähliches Abschlämmen des stehen gebliebenen Gebirges nach dem 3 bis 5 m tiefen Vorgesümpfe wurde der Schuh frei, was dann ein langsames Senken der Schachtmauer bewirkte. Trotzdem wurde der Schacht im Dezember 1878 ohne jeden Unfall vollendet.

Das glückliche Niederbringen desselben ist hauptsächlich nur durch zwei Instrumente ermöglicht worden, die das Weitergehen des, wie bereits erwähnt, fast schon zum Stillstand gekommenen Schachtes bewirkten. Das eine, der »Aufreißer«, diente dazu, den Boden, der häufig recht fest war, zu lockern, um dann mit dem Ventilbohrer (Löffel) arbeiten zu können, das andere, der »Zuführer«, um unter dem Schuh noch etwas über den äußeren Schachtdurchmesser hinaus das Erdreich nachschneiden zu können, so daß die Schneide des Schuhs nach unten ganz freigelegt wurde.

Die Konstruktion beider ist aus den Zeichnungen Fig. 1 und 3 auf Tafel V ersichtlich. Sie sind aus Holz gefertigt und mit Eisenblech beschlagen; die eigentlichen Reißer, Fig. 4 Tafel V, bestehen aus Schmiedeeisen mit verstärkten Schneiden, welche oben in einen runden Bolzen ausgehen. Mit diesem werden sie durch die seitlichen Arme gesteckt und mit einer Schraube fest angezogen.

Bei dem Aufreißer, Fig. 3 Tafel V, sind diese Arme aus Holz und stehen schräg. Durch die Stellung erlangt man, daß in der Mitte vorgearbeitet und zugleich das losgerissene Erdreich nach der Mitte zu geschaufelt wird.

Der Zuführer, Fig. 1 Tafel V, hat bewegliche eiserne Arme, welche sich um die Punkte a und a' drehen und durch die Schnur oder Kette b und b' , welche, an den oberen Enden der Arme befestigt, unter den Rollen c und c' fort nach oben gehen, aus der auf der Zeichnung dargestellten hängenden Lage des rechten Armes in die schwebende des linken gebracht und in dieser gehalten werden können.

Da die Instrumente drehend gehandhabt werden, so galt es, eine gute Führung zu beschaffen. Die gewöhnlich angewendeten genügten nicht und wurde deshalb eine Führung aus hölzernen Zangen verfertigt, welche das Gestänge oberhalb des Instrumentes umfassen, siehe Fig. 2 Tafel V.

Beide Zangen stehen im rechten Winkel zu einander, und haben an ihren Enden je zwei nach oben bewegliche mit horizontalen Rollen versehene Arme.

Beim Einlassen des Instrumentes werden diese vier Arme durch Schnüre in die Höhe gezogen, um jedes Anhängen zu vermeiden; bei der Arbeit werden sie niedergelassen, und geben dem Instrumente durch die vier Rollen eine durchaus sichere Führung. Übrigens wurden später, als das Gestänge sehr lang war, zwei derartige Führungen angewandt.

Die Arbeit mit diesen Instrumenten, verbunden mit Sack- und Ventilbohrer, geschah nun folgendermaßen:

- 1) Mit dem Sackbohrer, an dessen Schneide ebenfalls kleine Krallen angebracht sind, und der einen Durchmesser von 1,600 m hat, wird ein Einbruch von 3 bis $3\frac{1}{2}$ m niedergebracht. Das Gebirge, die sogenannten grünen Sande, sind mit Kiesschichten versetzt und liegen fest aufeinander, so daß mit dem Löffel wenig vorwärts zu kommen ist.

Der Sackbohrer dagegen lockert mit den Krallen und fördert zugleich bis 13 kg schwere Stücke.

- 2) Sodann wird mit dem Aufreißer von 2,80 m Durchmesser (Fig. 3) das Gebirge in der ganzen Schachtscheibe aufgerissen und nach dem Einbruche geführt, bis dieser vollgefüllt ist. Zu diesem Zwecke wurden, wie bereits erwähnt, die Arme des Reißers im Winkel gestellt.
- 3) Mit dem Ventillöffel wurde darauf das lose Gebirge aus dem Einbruche zu Tage gefördert.

Wenn mit diesen drei Instrumenten in der beschriebenen Art und Weise in mehrmaligem Wechsel, je nach der Festigkeit der Schichten, das Gebirge im Durchmesser der inneren Schachtweite bis auf 3 bis $3\frac{1}{2}$ m unterhalb des Schachtes ausgefördert war, so trat

- 4) die Arbeit mit dem Zuführer ein. Derselbe wurde in der Stellung, wie ihn die rechte Seite der Fig. 4 zeigt, soweit eingelassen, dass die Enden der Arme ungefähr $1\frac{1}{2}$ m unterhalb der Schuhschneide zu stehen kamen. Sodann wurde die Führung in Ordnung gebracht und die Arme unter fortwährendem Drehen des Instrumentes von links nach rechts mittelst der Kette und eines Flaschenzuges fest an die, unter dem Schuh anstehenden Stöße gedrückt. Gleichzeitig wurde im Verfolge der Arbeit der ganze Zuführer gehoben und gelangte schließlich auf diese Weise dicht unter den Schuh, wie die linke Seite der Figur anzeigt. Bei gehöriger Belastung ging dann der Schacht stetig nieder. War das Gebirge weich, so trat ein Senken während dieser letzten Arbeit ein. Die Arme wurden dann durch den Schuh so kräftig zurückgeschlagen, daß einmal die Kette gesprengt wurde. War das Gebirge fest, so konnte der Raum unterhalb des Schuhs sogar noch etwas außer der Schuhschneide freigelegt werden. Nach einiger Zeit erst löste sich der Schacht und ging nieder.

Auf diese Weise ist es gelungen, den Schacht niederzubringen, wobei derselbe rasche Senkungen von 1,80 m ausgehalten hat. Die Arbeit geschah nur mit der Hand.

Bei Anwendung dieser oben beschriebenen Methode wurden mit 16 Mann

in 14 zwölfstündigen Schichten 1,250 bis 1,340 m gesenkt, im Monat März 1878 sogar 4,790 m.

Eine genügende Belastung im gegebenen Falle erwies sich als höchst notwendig.

Nach den hier mitgeteilten Resultaten ist die Anwendung dieser Instrumente beim Abteufen unter Wasser und stehendem Gebirge, wie Sand, Lehm, Thon, Letten, dem Gelingen der Arbeit sehr förderlich.

§ 142. **Mauerstärke und Kosten.** — Die Stärke der Mauer beträgt bei Teufen bis 15 m und einem Durchmesser von 8 bis 9 m gewöhnlich 67,5 cm ($2\frac{1}{2}$ Steine). Auf Zeche Rheinpreußen hatte die erste Mauer, welche bei 23 m Teufe stehen bleiben mußte, eine Stärke von 1,54 m bei einem Durchmesser von 7,8 m, die zweite, mit welcher man bis zu 77 m Teufe kam, eine solche von 1,73 m bei 4,7 m innerer Weite.

Nach den gegenwärtigen Materialpreisen stellt sich für Niederrhein-Westfalen ein gemauerter Senkschacht von 5,25 m Durchmesser und 30 m Teufe einschließlich der erforderlichen Armierungen auf 52 000 Mk., dagegen ein Senkschacht aus gußeisernen an den Flantschen abgehobelten Segmenten auf etwa 48 000 Mk., wobei noch nicht berücksichtigt ist, daß das Abteufen bei dem gemauerten Schachte erheblich teurer ist, denn die zu gewinnende Gebirgsmasse ist um 35% größer, als bei einem eisernen Senkschachte.

b. Gußeiserne Senkschächte.

§ 143. **Allgemeines.** — Die gußeisernen Senkschächte werden entweder aus einzelnen Tubblings oder aus geschlossenen Cylindern, und zwar in beiden Fällen durch Verschrauben der einzelnen Teile zusammengesetzt. Das Dichten der Fugen geschieht mit Weidenbrettchen, Eisenkitt, Bleiblech, geteertem und mit Mennigekitt getränktem Hanf u. s. w. Bleiblech wird am meisten und zwar in Streifen von 2 bis 3 mm Dicke angewendet, während die Schrauben, welche ebenfalls an Kopf und Mutter und zwar an den Anlageflächen bearbeitet sind, durch Ringe aus Blei, jede für sich, abgedichtet werden. Die Abdichtung mit Blei ist jedoch nur dann nötig, wenn ein absolut dichter Wasserabschluß erzielt werden soll. Da nämlich die Flächen haarscharf auf einander passen, genügt in vielen Fällen eine einfache Mennigedichtung.

Die Außenfläche muß des Sinkens wegen glatt sein, weshalb sich die Flantschen immer im Inneren des Schachtes befinden.

Im allgemeinen sinken gußeiserne Cylinder besser ein als gemauerte, schon deshalb, weil der Ringquerschnitt bei jenen nur 2,7 qm, bei diesen 14,7 qm, also $5\frac{1}{2}$ mal größer ist. Das Gewicht ist allerdings bei der Senkmauer größer — nämlich bei 30 m Tiefe 650 000 kg gegen 158 000 kg —, aber das Gewicht läßt sich bei gußeisernen Cylindern durch Belastung oder durch Anwendung hydraulischer oder Schrauben-Pressen wenigstens um 500 000 kg vergrößern, so daß dieser Vorteil der gemauerten Cylinder fort-

fällt. Sieht man aber auch von der Belastung ab, so stellt sich der Druck für 1 qm Ringfläche beim gußeisernen Cylinder auf $\frac{158\,000}{2,7} = 58\,500$ kg,

dagegen beim gemauerten nur auf $\frac{650\,000}{14,7} = 44\,220$ kg, erstere läßt sich durch Belastung oder Pressen noch auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Millionen kg steigern, während die Mauerung ohne Gefahr des Zerdrückens im unteren Teile eine weitere Belastung nicht gut erträgt.

§ 144. **Verfahren auf Zeche Deutscher Kaiser.** — Auch die eisernen Senkschächte haben an ihrem unteren Ende einen Schuh (Fig. 606), der aus gußeisernen Segmenten zusammengesetzt ist. Als Beispiel für das Niederbringen eines eisernen Senkschachtes ist das auf Zeche Deutscher Kaiser eingeschlagene Verfahren hervorzuheben¹⁾. Man brachte zur Führung des Senkschachtes erst eine Senkmauer von 14 m Teufe ein, und baute bei 6 m Teufe, nachdem man den Schacht (wegen eines Wasserdurchbruches auf der vorher mit Beton vergossenen Sohle) bis dahin wieder mit Sand hatte füllen müssen, den ersten Senkschuh von 0,942 m Höhe und einem Durchmesser von 4,97 m ein.

Nachdem der Schuh nach Lot und Wage gerichtet war, setzte man die Tubblings auf, welche mit dem Schuhe gleichen Durchmesser und gleiche Höhe, dabei eine Wandstärke von 32 mm und nach innen drei Verstärkungsrippen hatten.



Fig. 606. Eiserner Senkschuh.



Fig. 607. Eiserner Senkschuh auf Zeche Deutscher Kaiser.

Bei 40 m Teufe, bis wohin man unter mancherlei Schwierigkeiten gekommen war (u. a. war der Schuh gebrochen und mußte durch Taucher repariert werden, nachdem man die schadhaften Segmente durch Zersprengen mit 60 g Dynamit und Ausbauen mit der Hand beseitigt hatte), mußte man einen zweiten Senkschacht beginnen.

Derselbe erhielt einen Durchmesser von 4,08 m und einen, aus einem geschlossenen Ringe bestehenden Schuh von 0,38 m Höhe und 0,06 m Stärke, über welchen noch ein schmiedeeiserner Ring derart gezogen war, daß beide Schneiden zusammen ausliefen (Fig. 607).

Auf diesen Schuh setzte man zunächst vier gleichfalls geschlossene Ringe von 0,628 m Höhe und 45 mm Wandstärke, deren Fugen mit Weidenbrettchen gedichtet und nach dem Zusammenschrauben pikotiert wurden.

Dann folgten Tubblingsringe aus 10 Segmenten von 0,942 m Höhe und

¹⁾ Rive in Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 67.

45 mm Wandstärke mit drei Verstärkungsrippen und Konsolen an den Flantschen.

Ist man überhaupt zum Einbringen eines zweiten Senkcylinders genötigt, so ist es ratsam, den ersten teilweise wieder mit Sand zu füllen. Pumpt man ihn leer, um den Senkschuh des zweiten Cylinders auf die Sohle zu setzen, so liegt die Gefahr nahe, daß die Cuvelage durchbricht, weil der Gegendruck im Schachte fehlt. Ist ein folgender Senkcylinder bis auf einige Meter innerhalb des vorhergehenden eingesenkt, so dichtet man demnächst den Zwischenraum mit Holzklötzen und Pikotieren, setzt dann auch wohl auf den inneren Cylinder noch einige Ringe und hintergießt mit Beton.

Das Sinken der gußeisernen Senkschächte muß stets mit den oben erwähnten Hilfsmitteln befördert werden.

§ 145. **Weitere Beispiele von Dimensionen der Senkschächte.** — Um noch einige Beispiele von Senkschachtsdimensionen anzuführen, so hatte man auf der Grube Anna bei Aachen¹⁾ im Schachte Nr. I drei Abteilungen von Ringen. Die erste reichte bis 27,6 m, die zweite bis 33,3 m und die dritte gelangte bei 50 m Teufe in das Steinkohlengebirge. Die Ringe der ersten Abteilung bestanden aus 6 Segmenten, hatten 3,439 m lichten Durchmesser, 0,942 m Höhe und 26 mm Stärke. Der Schuh hatte eine Wandstärke von 78 mm. Die Ringe der zweiten Tour hatten einen Durchmesser von 2,472 m und eine Wandstärke von 33 mm, diejenigen der dritten Abteilung einen Durchmesser von 2,406 m und eine Wandstärke von ebenfalls 33 mm.

Zu Pré du Prince²⁾ bei Seraing beträgt die Teufe des Senkschachtes 40,33 m, der lichte Durchmesser zwischen den Flantschen 2,65 m. Die Ringe bestehen aus 8 Segmenten von 15 mm Wandstärke und 0,4 m Höhe.

c. Senkschächte aus Eisenblech.

§ 146. **Allgemeines.** — Eisenblech wurde bei der Senkarbeit auf Zeche Rheinpreußen aushilfsweise zur Verstärkung des gußeisernen Senkschachtes angewendet. Ganze Senkschächte hat man bisher nur in einzelnen Fällen aus Eisenblech gemacht, so bei vier Schächten zu Chalonnès im Département Maine et Loire³⁾, zu Strepy-Braqueynies im Bassin du Centre, und bei Nortyken im Samlande (Ostpreußen)⁴⁾.

§ 147. **Dimensionen und Gewicht der Cylinder.** — In allen Fällen hatten die Schächte nur geringe Durchmesser von 1,33 m bis höchstens 2 m, dabei in Nortyken eine Teufe von 45 m (bei 1,41 m Weite). Die Cylinder bestanden

1) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 237.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. Freiberg 1860. S. 447. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 802.

3) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 804. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1861. S. 17.

4) Kühn in Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22. S. 139. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 4295. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 574.

hier aus Ringen von bestem Eisenbleche, 1,250 m Höhe und 20 mm Wandstärke. In der Längsrichtung ist jeder Cylinder im Inneren durch drei Schienen von 20 mm Stärke, 0,295 m Breite, 0,94 m Länge verstärkt.

Die Verbindung untereinander geschieht durch inwendig angebrachte Muffenringe und vier Reihen versenkter und verstemmter Nieten.

Am untersten Ringe, welcher doppelte Wandung hat, ist der Schuh angenietet.

Das Durchschnittsgewicht eines Ringes betrug in Nortyken:

bei Schacht I 1114 kg,

- - II 1164 -

dagegen dasjenige des untersten (Doppel-) Cylinders

bei Schacht I 2995 kg,

- - II 3010 -

Das Gesamtgewicht des Senkschachtes

bei Schacht I 44000 kg,

- - II 45600 -

§ 148. **Einpressen des Ausbaues.** — Auch in Nortyken begann die Arbeit mit dem Abteufen eines mit Holz ausgebauten Vorschachtes bis zum Wasserspiegel. Auf der Sohle des Vorschachtes wurde der Preßrost eingebaut, für dessen Belastung 200 000 kg Gußeisen zur Stelle geschafft waren.

Durch den Preßrost wurden vier Stangen gehalten, welche an ihrem oberen Ende in 1,250 m lange Schraubenspindeln endigten und durch einen Preßklotz gingen, auf welchem sich auch die Preßschraubenmuttern befanden und welches auf dem Senkcylinder ruhte.

Nach dem Niederpressen eines Ringes ist die Schraube abgearbeitet; die Schraubenmutter und das Preßklotz werden alsdann hoch gebracht und nach dem Aufnieten eines neuen Ringes wieder in Thätigkeit gesetzt.

§ 149. **Bohrarbeit.** — Die Bohrarbeit erfolgte in Nortyken¹⁾ in einfacher Weise meistens durch Bohrlöffel von 0,935 m Durchmesser. Außerdem wendete man die Schappe an und hielt für feste Partien einen von dem Oberbohrinspektor Zobel konstruierten Bohrer, ähnlich dem kleinen von Kind-Chaudron, bereit.

Alle Verrichtungen geschahen mit Menschenkraft.

d. Senkschächte von Holz.

§ 150. **Faßform.** — Das Holz kann bei Senkschächten in Faßform oder jochartig angewendet werden. Zur Faßform wurden auf Grube Maria bei Höngen (Aachen)²⁾ Dauben aus Tannenholz von 6 bis 8 m Länge, 15,7 bis 23,5 cm Stärke und 18,3 bis 21,0 cm Breite benutzt. Die einzelnen Fässer wurden durch gußeiserne Verdichtungsringe von 39 cm Höhe, die letzteren

1) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 284.

2) Ebenda. 1836. Bd. 3. S. 247.

unter sich wieder durch vier Stück Ankerstangen von 39 mm Stärke verbunden. Das Ganze ruhte auf einem 47 cm hohen Schuhe und wurde durch Preßschrauben gesenkt. Das Vorräumen geschah mit dem Sackbohrer.

§ 151. **Jochartige Form.** — In jochartiger Form wurde das Holz zu Anzin und Belgien angewendet, um die »torrents« zu durchteufen, eine wasserreiche Sandschicht, welche in einer Mächtigkeit von 3 bis 25 m unter dem Kreidegebirge liegt ¹⁾. Die Preßschrauben gehen durch einen Keilkranz, welcher dicht über der achteckigen Schrotholzzimmerung im festen Gesteine angebracht ist. Die Stücke der Cuvelage sind mit Zapfen verbunden.

§ 152. **Verfahren von Guibal.** — Gleichfalls zum Durchteufen eingelagerter, wasserreicher Sandschichten ist das Guibal'sche Verfahren ²⁾ auf dem Schachte Bonne Espérance bei St. Vaast im Hennegau angewendet.

Dasselbe besteht darin, daß eine äußere, bewegliche, achtseitige, hölzerne Cuvelage mit einem Stahlschuhe, sowie mit Schild und Gleichgewichtssäule (*colonne d'équilibre*) durch hydraulische Pressen niedergedrückt und eine innere hölzerne Cuvelage unten verlängert wird. Der Zwischenraum zwischen beiden beträgt 4 cm und wird durch schuppenartig angebrachte Lederscheiben am oberen Rande des beweglichen Prismas gedichtet.

Letzteres besteht aus 40 cm starkem Quadratholze und ist innen und außen mit 2 cm starkem Eisenbleche bekleidet, sowie durch innere Armierungen verstärkt. Der eingeschriebene Kreis hat einen Durchmesser von 3,27 m, der Kreis der inneren Cuvelage, deren Holzstärke 38 cm beträgt, einen Durchmesser von 2,5 m.

Das Schild besteht aus acht gußeisernen Stücken, welche in den Ecken des Prismas angeschraubt werden.

Das Gleichgewichtsrohr hat 0,80 m Durchmesser, besteht aus Eisenblech und kann mit Hähnen geschlossen werden. Durch dasselbe wird der Sand mit Löffeln ausgefördert und das Gestänge zum Bohren eingeführt. Das letztere besteht aus Tannenholz von 28 cm quadratischer Stärke, ist am unteren Ende mit Schneiden und Klingen zum Auflockern des Gebirges versehen und wird mittelst Kurbeln und Winkelradvorgelege gedreht.

e. Anwendung der komprimierten Luft beim Abteufen der Senkschächte.

§ 153. **Allgemeines.** — In den vorhergehenden Beschreibungen ist es bereits erwähnt, daß man das Innere der Senkschächte mit Wasser oder Sand zu füllen habe, um den Druck auf die äußere Wandung durch einen Gegendruck aufzuheben.

¹⁾ Ponson, a. a. O. t. I. p. 496.

²⁾ Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 844. — Dr. C. Hartmann, Fortschritte der Bergbaukunst im Jahre 1859. Leipzig 1859. S. 87. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1859. S. 227; 1861. S. 443. — Allg. B.- u. H. Ztg. Quedlinburg 1859. S. 444. — Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885. S. 170.

Sobald jedoch aus irgend welchen Gründen im Schachte mit Handarbeit vorgegangen werden muß, ist dieses Mittel nur mit Hilfe von Tauchern anwendbar. Man hat deshalb den Gegendruck durch komprimierte Luft hergestellt, welche gleichzeitig den Vorteil bietet, daß sich die Arbeiter im Schachte aufhalten können.

Die komprimierte Luft, zuerst 1839 in Chalones von Triger angewendet, ist ein einfaches Mittel geworden, um Reparaturen innerhalb der Senkschächte vorzunehmen, wie auf der Grube Maria bei Aachen¹⁾, oder um in schwimmendem Gebirge abzuteufen, wie auf der Grube Concordia bei Zabrze (Oberschlesien²⁾); oder endlich, um den Fuß der Senkschächte wasserdicht abzuschließen.

§ 154. **Luftschleuse.** — Das Verfahren besteht darin, daß unterhalb eines im Schachte angebrachten luftdichten Abschlusses, der Luftschleuse (sac-à-air), die Luft komprimiert wird.



Die Luftschleuse besteht aus zwei Deckeln *A* und *B* (Fig. 608), am besten aus Eisenblech, welches noch durch eiserne Rippen verstärkt ist, und hängt entweder an Seilen oder ist im Schachte fest verlagert. In jedem Deckel befindet sich ein Fahrloch mit einer nach unten schlagenden Klappe.

Ein durchgehendes Rohr *a* führt die komprimierte Luft in den Schacht. Dasselbe ist innerhalb der Schleuse mit einem Hahne, sowie mit einem Manometer und einem Sicherheitsventile versehen.

Ein zweites Rohr *b* mit Hahn befindet sich im oberen Deckel und dient zum Ablassen der Luft aus der Schleuse, nachdem die Klappe des unteren Deckels geschlossen ist.

Endlich geht ein auf der Schachtsohle stehendes Wasserrohr *c* durch die Schleuse hindurch. Damit das Wasser in demselben höher zu steigen vermag, als es der Druckhöhe entspricht, sorgt

man durch unten angebrachte Löcher dafür, daß das eintretende Wasser sich mit Luft mischen kann.

§ 155. **Verfahren beim Arbeiten mit der Luftschleuse.** — Beim Einfahren der Arbeiter befindet sich in der Luftschleuse natürlicher Druck von

Fig. 608. Luftschleuse.

¹ Preuß. Zeitschr. 1857. Bd. 4. S. 355; 1860. Bd. 8. S. 452.
² Ebenda. 1855. Bd. 2. S. 296.

1 Atmosphäre. Nachdem der obere Deckel geschlossen ist, läßt man allmählich komprimierte Luft eintreten, bis die Spannung in der Schleuse und unter derselben die gleiche ist.

Sodann öffnet man den Deckel des unteren Bodens und beginnt die Arbeit, indem das gewonnene Gebirge mittelst eines in der Schleuse stehenden Haspels gefördert und in derselben aufgestürzt wird, bis es am Ende der Schicht nach Verschließen der unteren Klappe zu Tage geschafft werden kann.

Vor dem Ausfahren der Arbeiter müssen für die Herabstimmung des Luftdrucks ungefähr 12 Minuten pro Atmosphäre aufgewendet werden.

§ 156. Die Einwirkung der komprimierten Luft auf den menschlichen Organismus¹⁾ äußert sich hauptsächlich durch gesteigerte Lungenthätigkeit, Ohrensausen (was man übrigens auch schon bei schnellem Einfahren mit dem Förderkorbe bemerken kann), ferner durch Schmerzen im Kopfe und in den Gelenken, welche durch Einreiben mit Spiritus zu beseitigen sind, sowie durch vorübergehende Lähmung der Arme und Beine.

Die Zeitdauer, in welcher die Arbeiter sich in komprimierter Luft aufhalten können, schwankt je nach der mehr oder weniger kräftigen Konstitution zwischen sechs und zwei Stunden.

Nach der Schicht sollen die Arbeiter sich warm kleiden, zumal sie in der warmen komprimierten Luft stark geschwitzt haben und durch das Ablassen der Spannung ohnehin eine Abkühlung eintritt. Außerdem müssen sie, entsprechend der lebhaften Verdauung in der sauerstoffreichen komprimierten Luft, reichlich und kräftig essen.

Immerhin ist die Arbeit in komprimierter Luft nicht ungefährlich und muß unter Anwendung großer Vorsichtsmaßregeln betrieben werden. Über 2½ Atmosphären, entsprechend einer Wassersäule von 25 m, sollte man nicht hinausgehen²⁾. Auf der Steinkohlengrube Maria bei Höngen dauerte das Einschleußen der Arbeiter bei 2 Atmosphären Überdruck 25 Minuten, bei 2½ Atmosphären 30 Minuten und bei der dort vorübergehend angewendeten Maximalspannung von 3½ Atmosphären 35 Minuten. Von den 53 Arbeitern erkrankten 27 vorübergehend auf 1 bis 2 Tage an Schwindel, Rheumatismus u. s. w.³⁾.

f. Abschluß des Fußes der Senkschächte⁴⁾.

§ 157. Abschluß ohne besondere Vorkehrungen. — Ebenso, wie bei den Bohrschächten, hängt des Gelingen der Senkarbeit wesentlich davon

1) Berggeist. 1874. S. 443. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 203. S. 502; Bd. 205. S. 509. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1873. S. 74. — Friedberg, in den Verh. für Beförderung d. Gewerbefleißes in Preußen. Berlin 1872. S. 100. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 26. S. 213. — Demanet, a. a. O. S. 160.

2) Demanet, a. a. O. S. 161.

3) Lueg in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 35.

4) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 207.

ab, ob man einen wasserdichten Abschluß auf der Schachtsohle herstellen kann.

Ist das feste Gebirge, in welchem die Senkarbeit aufhören soll, flach gelagert, vielleicht gar mit einer Schicht von Thon oder mildem Schiefer bedeckt, dann gelingt der Abschluß leicht, besonders wenn man, wie auf Zeche Deutscher Kaiser, den Senkschacht 2 m hoch mit aller Wucht frei niederfallen läßt, was aber nur bei eisernen Senkschächten ratsam erscheint.

§ 158. **Abschluß bei fester, unebener Sohle.** — Läßt sich der Abschluß auf die vorhin beschriebene Weise nicht erreichen, so muß man, um das Einsinken des Senkschuhes in die festeren Gesteinsschichten zu ermöglichen, die letzteren unter dem Senkschuhe mit Handarbeit beseitigen, was bei Senkarbeit mit Wasserhaltung keine Schwierigkeiten hat und auch mit Hilfe der Luftschleuse ausgeführt werden kann.

Bei großen Teufen und starken Wasserzuflüssen kann das Abdichten auch in toten Wassern geschehen, indem man durch stoßendes Bohren 1 m tief mit geringerem Durchmesser im festen Gebirge niedergeht, die Sohle mit einer dicken Lage von hydraulischem Mörtel bedeckt, in diese sodann einen Cylinder von Eisenblech einsenkt, welcher noch in den Senkschacht hineinragen muß, und schließlich den dadurch gebildeten ringförmigen Raum gleichfalls mit hydraulischem Mörtel vergießt.

Nach Erhärtung des Mörtels sumpft man das Wasser, entfernt den Mörtel im Inneren des Cylinders und teuft zunächst mit Schlägel und Eisen weiter ab, worauf man sich durch Auf- oder Unterbauen des Cylinders noch mehr schützen kann.

§ 159. **Weitere Sicherung des Fußes.** — Auch sonst darf man den eben beschriebenen Abschluß nur als vorläufigen betrachten und muß ihn möglichst bald weiter sichern, was in Westfalen zunächst durch Cuvelage, sodann dadurch geschieht, daß man die im darunter liegenden festen Mergel eingebaute wasserdichte Mauer als Futtermauer durch den Senkschacht hindurch gehen läßt.

Bei eisernen Senkschächten läßt sich der Fuß auf ähnliche Weise sichern, indem man auf die nächste feste Schicht einen oder mehrere Keilkränze setzt und mit Tubbing bis in den Senkschacht hineinzieht. Die Dichtung nach oben erfolgt dabei auf die in § 116 erwähnte Weise durch Vergießen mit hydraulischem Mörtel, oder durch Pikotage.

Fig. 609. Abschluß eines eisernen Senkschachtes auf Zeche Anna bei Aachen.

Muß eine Verengung des Schachtes vermieden werden, so verfährt man, wie in Chalonnès, indem eine hölzerne Cuvelage untergebaut und im Anschlußkranz eine Rinne eingearbeitet wird, in

welche die Schneide des Senkschuhes paßt¹⁾, oder wie auf Zeche Anna bei Aachen²⁾, wo man ca. 4 m unter dem Senkschuhe Keilkränze legte, darauf eine 94 cm starke Mauer stellte, welche gegen den Senkschuh mit mehreren Bohlenlagen abschloß und hinter demselben noch 34 cm hoch aufgeführt wurde (Fig. 609).

B. Neueste Methoden des Abteufens im Schwimmsande.

§ 160. **Verfahren von Poetsch**³⁾. — Das dem Berg- und Hütteningenieur Poetsch in Aschersleben patentierte Verfahren, Schächte in schwimmendem Gebirge abzuteufen, besteht darin, daß man das letztere zu einem massiven Körper gefrieren läßt und in demselben mit Hilfe von Abtreibearbeit oder von Senkmauerung, bezw. Senkcylindern, den Schacht herstellt.

Zunächst teuft man bis auf den Wasserspiegel einen runden Vorschacht in größeren Dimensionen ab und bringt nahe an dem Stöße desselben eine Anzahl verrohrter Bohrlöcher von etwa 30 cm Weite und einem Abstände von 4 m mit Hilfe der Sandpumpe (Fig. 63, S. 47) bis auf das Liegende des Schwimmsandes nieder. Außer diesen in dem Stöße des abzuteufenden Schachtes steckenden Bohrlöchern werden auf der Scheibe (Sohle) desselben mehrere ebensolche Löcher abgebohrt.

Über Tage befindet sich eine (von Kropff in Nordhausen nach dem Carré'schen System konstruierte) Eismaschine, welche durch rapide Verdunstung von, unter einem Drucke von 10 Atm. flüssig gemachtem Ammoniak eine Lösung von Chlorcalcium oder Chlormagnesium, deren Gefrierpunkt bei -40° bzw. -35° C. liegt, auf eine Temperatur von etwa -25° C. bringt.

Diese Lösung gelangt aus dem Gefrierbottiche mit Hilfe einer kleinen Druckpumpe zunächst durch ein Fallrohr in den Schacht, sodann in ein über dem äußeren Kranze von Bohrlöchern angebrachtes Verteilungsrohr und aus diesem, vermittelt kleiner Rohransätze mit Hahnverschluß, in etwa 6 cm weite Kupferröhren, welche die Lösung bis auf die Sohle der Bohrlöcher führen. Von da steigt sie in den Futterröhren nach oben, sammelt sich über den Bohrlöchern in einem Sammelrohre und steigt in einem gemeinschaftlichen Steigrohre bis zu Tage, wo sie wiederum dem Gefrierbottiche zugeht, um von da denselben Kreislauf aufs neue zu beginnen.

Beim Aufsteigen in dem Futterrohre giebt die Lauge ihre Kälte an die Umgebung ab und bringt dieselbe zum Gefrieren, so daß zunächst von dem äußeren Kranze der Bohrlöcher aus eine Eismauer, außerdem aber auch in

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Freiberg 1861. S. 47.

2) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 49.

3) Ebenda. 1883. Bd. 31. S. 446; 1885. Bd. 33. S. 219. — Dr. M. Weitz, Die Poetsch'sche Methode zum Abteufen von Schächten und Ausschachtungen u. s. w. Berlin 1885, bei M. Pasch. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1885. Bd. 29. S. 408; 1886. Bd. 30. S. 745.

dem Inneren derselben ein massiver, sich mit jener zu einem Ganzen verbindender Eiskörper entsteht.

Entsprechend der größten Einwirkung der Kälte am unteren Ende der Bohrlöcher wird die Stärke des Eiskörpers voraussichtlich an der Basis gleichfalls am größten sein, ein Umstand, welcher bei dem Abteufen von Wert sein kann, weil auch der Wasserdruck mit der Tiefe wächst.

Nach beendetem Gefrierprozesse, welcher nach den Angaben von Poetsch etwa 10 bis 14 Tage in Anspruch nimmt, erfolgt das Abteufen in bereits angedeuteter Weise. Während und bis zur vollständigen Beendigung desselben muß der Gefrierprozeß fortgesetzt werden.

Die gefrorene Masse hatte bei dem ersten Versuche auf Grube Archibald bei Schneidlingen eine solche Härte (nach Poetsch = 4 der Härteskala), daß das Durchbrechen einer etwa fingerdicken Scholle erst mit größerem Kraftaufwande geschehen konnte.

Das Poetsch'sche Verfahren hat beachtenswerte Vorteile. Zunächst eignet sich dasselbe in erster Linie gerade für solchen Schwimmsand, welcher seines hohen Wassergehaltes wegen bei den gewöhnlichen Verfahrungsweisen nur mit großen Schwierigkeiten zu durchteufen ist. Die letzteren sind bei dem Poetsch'schen Verfahren mit der Überführung des Wassers in den festen Aggregatzustand vollständig beseitigt, man erspart deshalb nicht allein die Wasserhaltung, sondern hat auch eine ziemlich sichere Bürgschaft für das glückliche Gelingen der Arbeit und ist im stande, die erforderlichen Kosten mit weit größerer Bestimmtheit zu veranschlagen, als es bei den bisher bekannten Methoden möglich ist.

§ 161. **Verfahren von Haase.** — Sowol bei den Senkschächten ohne Wasserhaltung, als auch bei dem Gefrierverfahren von Poetsch werden die Wasser während des Abteufens nicht abgezapft. Da die Wasser somit ihre natürliche Druckhöhe behalten, so muß der Schachtausbau in entsprechender Stärke hergestellt werden. Ist es nun möglich, auch bei dem Abbau der Lagerstätten das Wasser in seinem natürlichen Stande zu erhalten, dann ist ein starker und teurer Schachtausbau am Platze. Liegt jedoch der Schwimmsand so nahe über der Lagerstätte, daß sein Wassergehalt beim Abbau unfehlbar abgezapft wird, dann ist ein teurer wasserdichter Schachtausbau unnötig, es kann sogar sehr bedenklich sein, einen hoch gespannten Wasserdruck über der abzubauenen Lagerstätte zu haben.

Unter solchen Verhältnissen, wie sie häufig auf Braunkohlengruben eintreten, und wenn der Wasserreichtum des Schwimmsandes sowohl die gewöhnliche Getriebearbeit, als auch die Anwendung von Senkschächten mit Wasserhaltung bedenklich erscheinen läßt, ist das Verfahren von Haase¹⁾ (D. R. P. vom 13. März 1884, Nr. 29 230) vorteilhaft.

Dasselbe besteht darin, daß ein Getriebe von 107 mm weiten. in der aus

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 221. — Zeitschr. des Ver. deutscher Ingenieure. 1885. Bd. 29. S. 408; 1886. Bd. 30. S. 745.

Fig. 610 ersichtlichen Weise unter sich verbundenen Röhren in toten Wassern durch den Schwimmsand gebracht und demnächst der Inhalt der Spundwand, unter gleichzeitiger Einbringung des Schachtausbaues, ausgefördert wird. Ist der Schwimmsand genügend dünnflüssig, dann dringt das Wasser durch die Rohrverbindungen in den Schacht, während der Sand zurückgehalten wird.

Das Einsenken der Röhren geschieht mit Anwendung der Wasserspülung unter gleichzeitiger Auflockerung des Sandes mit einem stoßend gehandhabten Meißel. Dabei werden die einzupressenden Röhren durch Bauschrauben unter Druck gehalten.

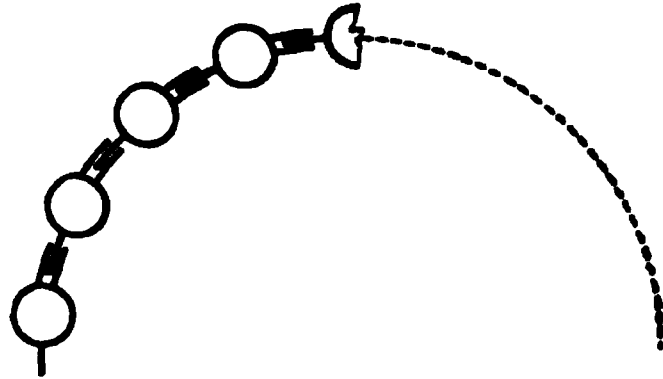


Fig. 610. Haase'sche Getrieberöhren.

In dem Grubenfelde Soessen bei Weißenfels, wo mit dem Haase'schen Verfahren ein Schacht gleich beim ersten Versuche glücklich abgeteuft ist, wurden zunächst sämtliche 88 Röhren 1 m tief eingepreßt, dann beim ersten Rohre wieder begonnen u. s. w. Innerhalb 16 Tagen war die Spundwand 12 m tief eingepreßt, worauf das Abteufen erfolgte, bei welchem die Leistung in 24 Stunden 1 m, einschließlich des Ausbaues, betrug.

Befinden sich Kiesbrocken im Sande, so unterspült man dieselben, während man das Nachpressen der Röhren zeitweilig einstellt. Die Kiesbrocken werden dabei zur Seite gedrängt und sind dem Niederbringen der Röhren nicht mehr hinderlich.

Die Kosten für die Spundwand stellten sich für 1 qm auf 63,77 Mk. Die Einrichtungen über Tage kosteten, abgesehen von der vorhandenen Dampfpumpe, 300 Mk. und an Arbeitslöhnen wurden in der 12stündigen Schicht 16 Mk. verausgabt.

Litteratur.

- Ch. Combes. *Traité d'expl. des mines*. Paris 1844. Deutsch von Dr. C. Hartmann. Weimar 1844.
 A. T. Ponson. *Traité de l'expl. des mines de houille*. Liège 1852.
 M. F. Gaetzschmann. *Anleitung zur Grubenmauerung*.
 M. J. Degoussée et Ch. Laurent. *Guide du Sondeur ou traité théorique et pratique des Sondages*. Paris 1861.
 Dr. W. Michaelis. *Die hydraulischen Mörtel, insbesondere der Portland-Cement in chemisch-technischer Beziehung u. s. w.* Leipzig 1869.
 Sickel. *Die Grubenzimmerung*. Freiberg 1872.
 Allvin. *Notice sur le système Chaudron pour le cuvelage des puits*. Liège 1873.
 Jicinsky. *Katechismus der Grubenerhaltung für Grubensteiger und Grubenaufsichtsorgane*. Mährisch-Ostrau 1876.

A. Demmler. Boring shafts in Westphalia (read before the Manchester geological society, 29th January 1878). Extr. of the Trans. Manch. Geol. Soc. Part XVIII. Vol. XIV.

Hâton de la Goupillière. Cours d'expl. des mines. Paris 1883.

Serlo. Leitfaden zur Bergbaukunde. Berlin 1884. 4. Aufl.

Ch. Demanet. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.

Schultz. Das Abbohren von Schächten in: Handbuch der Ingen.-Wissenschaften. Leipzig 1885. Bd. IV. Abteil. II. S. 344.

Deutsche Reichspatente.

(1885 — 1886.)

- Kl. 5. Nr. 32764. (Zusatz zu Nr. 28945.) J. Chaudron in Brüssel. Eiserner Ausbau für unter Wasser stehende Schächte.
- 5. - 33222. L. Weicht, Waterloo-grube bei Kattowitz (O.-S.). Abbohren eines Schachtscheibenrings mittelst Senkkasten.
 - 5. - 34942. Wagner in Staßfurt. Herstellung fester Stöße in schwimmendem Gebirge.
 - 5. - 35927. A. Schwillinsky in Myslowitz. Einrichtung behuf Anwendung des Vertäfelungsverfahrens beim Abteufen von Schächten.
 - 5. - 36085. L. Tietjens, Leopoldshall-Staßfurt. Absperrung von Wasserzuflüssen in Schächten durch Zuschlämmung der Zuflußkanäle mittels solcher Salze, welche durch Aufnahme von Krystallwasser unter Volumvergrößerung erhärten.
 - 5. - 36644. (Zusatz zu Nr. 25045.) M. Gutkind & Co. in Braunschweig. Abteufung von Schächten in schwimmendem Gebirge.
 - 5. - 37503. J. H. Poetsch in Aschersleben. Durchteufen wasserreicher Schichten.
-

Siebenter Abschnitt.

Wasserhaltung.

§ 1. **Einleitung.** — Unter Wasserhaltung versteht man diejenigen Veranstaltungen, durch welche die Grubenbaue frei von Wasser erhalten werden.

Dieses Ziel ist auf verschiedene Weise erreichbar, entweder indem man das Wasser durch Abfangen und Ableiten von den Grubenbauen fern hält, oder durch wasserdichten Ausbau, sowie durch Verdämmungen in seine Zuflußkanäle zurückdrängt, oder endlich, daß man das in den Bauen sich sammelnde Wasser entfernt. Geschieht letzteres durch freien Abfluß auf Stollen, so ist es Wasserlosung, müssen die Wasser aber durch mechanische Hilfsmittel erst gehoben werden, bevor sie auf einem Stollen oder über Tage abfließen können, so ist es Wassergewältigung oder Wasserhebung.

Das Zurückdrängen des Wassers durch wasserdichten Ausbau in Schächten und Strecken ist bereits im VI. Abschnitte behandelt, weil diese Veranstaltung gleichzeitig die Offenerhaltung der Grubenräume durch Abwehrung des Gebirgsdruckes bezweckt.

Dagegen haben die Verdämmungen in dem vorliegenden Abschnitte Aufnahme gefunden, weil dieselben lediglich den Zweck haben, die nicht abgedämmten Grubenbaue vor dem Versaufen zu schützen, bzw. die Wassergewältigung zu erleichtern.

Obgleich alle in die Grubenbaue eindringenden Wasser von atmosphärischen Niederschlägen herkommen, so unterscheidet der Bergmann dennoch zwischen Tagewassern und Grundwassern. Erstere gelangen auf kurzen und bekannten oder leicht zu ermittelnden Wegen in die Grubenbaue und sind deshalb oft schon über Tage, oder doch in oberen Teufen abzufangen oder abzuleiten. Bei Grundwassern ist dies nicht möglich, weil ihre Zuflußkanäle weit verzweigt und unbekannt sind.

Die Tagewasser sind in der Grube leicht daran zu erkennen, daß sie nahezu die Temperatur des Wassers über Tage haben, also im Sommer wärmer, im Winter kälter sind, als das Gestein, mit dem sie nur kurze Zeit in Berührung waren und als die Grubenluft. Auch wechselt ihre Menge je nach Witterung und Jahreszeit.

Die Grundwasser nehmen, wenn das Gebirge unzerklüftet ist, mit der Teufe ab. Werden aber wasserführende Sprünge, Klüfte u. s. w. in tieferen Sohlen geöffnet, oder ist das obere Gebirge durch den Abbau zerklüftet, so ziehen sich auch die Wasser naturgemäß nach dem tieferen Punkte hin.

Wie man Tagewasser durch Dichten von Flußbetten mit hölzernen oder gemauerten Geflutern¹⁾, durch Regulieren gewundener Flüsse und Bäche, Ausfüllen von Tagebrüchen, welche infolge von Abbau entstanden sind, durch Entleeren von stehenden Gewässern und andere naheliegende Mittel (vergl. III. Abschn., §§ 3, 7 und 15) von dem Eindringen in die Teufe leicht abhalten kann, so muß man sich auch bemühen, die Grundwasser auf den oberen Sohlen zu halten und ein tieferes Eindringen derselben in die Grubenbaue zu verhindern, indem man hölzerne²⁾, eiserne oder gemauerte Gefluter und Gerinne in wasserführenden Stollen oder Strecken mit durchlässiger Sohle (z. B. wenn eine Sprungkluft dieselbe durchsetzt) einbringt, einen solchen Teil des Stollens verumbrucht, sogenannte Wasserörter, mit denen man wasserführende Klüfte aufsucht, um das Wasser abzufangen, in oberen Sohlen treibt, das Traufwasser in Schächten, sowie auch das aus oberen zerklüfteten Gesteinsschichten eindringende Wasser durch Traufbretter oder Traufdächer auffängt, in Gerinnen aus Holz oder Zement sammelt und entweder den obersten Pumpen zuführt, oder auf Stollen zum Abflusse bringt.

Über die Maßregeln zur Sicherung der Grubenbaue gegen Wasserdurchbrüche durch Vorbohren beim Lösen alter Baue, sowie durch Sicherheitspfeiler ist das Nötige bereits im III. Abschnitt, §§ 24 und 25, sowie im I. Abschnitt, § 86 gesagt; auch in Bezug auf die Wasserlosung durch Stollen kann auf den III. Abschnitt, §§ 3—7 verwiesen werden, so daß im folgenden lediglich von den Mitteln zur Wassergewältigung und von den Verdämmungen die Rede sein wird.

A. Wassergewältigung.

Kapitel I.

Feststehende Pumpen³⁾.

§ 2. Allgemeines. — Die Wassergewältigung geschieht vorwiegend durch Pumpen und in Schächten, an deren tiefstem Punkte sich die Wasser sammeln.

1) Über Herstellen von Gräben aus Zementguß s. Preuß. Ztschr. 1872. Bd. 20. S. 367.

2) Ebenda. 1855. Bd. 2 A. S. 360; 1857. Bd. 4. S. 153.

3) v. Hauer, Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1879.

Der arbeitende Teil der Pumpen ist der in einem Kolbenrohre (Arbeitsrohre, Gosse, Pumpenstiefel) eingeschlossene Kolben, welcher bei den gewöhnlichen Pumpen durch eine Übertragung — Gestänge — mit der Kraftmaschine verbunden ist. Der Kolben erhält durch das Gestänge eine abwechselnde und, weil die gewöhnlichen Schachtpumpen aufrecht stehen, auf- und niedergehende Bewegung.

§ 3. Arten der Pumpen. — Je nach ihrer Wirkungsweise unterscheidet man Hubpumpen, bei denen das Wasser durch das Gestänge emporgehoben, und Druckpumpen, bei denen es ganz oder teilweise durch das Gewicht des niedergehenden Gestänges in die Höhe gedrückt wird.

Beide Arten von Pumpen können so eingerichtet werden, daß ihre Kolben tiefer stehen, als die Oberfläche des zu hebenden Wassers, so daß dieses von selbst in die Kolbenrohre tritt, was bei Druckpumpen häufig, bei Hubpumpen selten der Fall ist.

In der Regel jedoch befinden sich die Kolben über der Oberfläche des Wassers und müssen dasselbe beim Auf- oder Niedergange ansaugen, indem der Druck der atmosphärischen Luft das Wasser in den durch die Bewegung des Kolbens erzeugten luftverdünnten Raum hineindrückt. Deshalb sind diese Pumpen eigentlich sämtlich Saugpumpen, indes bezeichnet man damit nur die sonst unter dem Namen »niedere Sätze« bekannten Pumpen (§ 5), bei denen das Steigerrohr fehlt und der Kolben beim Aufgange fast bis zum Ausgusse gelangt, so daß das Wasser in der That größtenteils durch Saugen gehoben werden muß.

Eine andere allgemeine Unterscheidung ist diejenige der einfach und doppelt wirkenden Pumpen. Die ersteren gießen nur bei einem, die anderen bei beiden Kolbenwegen aus.

§ 4. Beutelpumpen. — Eine sehr einfache Pumpe ist die Beutelpumpe. Dieselbe besteht aus einer ausgebohrten hölzernen, oder aus einer eisernen Röhre, mit einem Ventile (Stand- oder Fußventile) am unteren Ende. In der Röhre befindet sich ein, aus einem trichterförmigen, ledernen Beutel bestehender Kolben (§ 44). Am oberen Ende der Stange ist ein quer stehender Krückel zum Anfassen für einen oder zwei Arbeiter angebracht.

Beim Anlassen gießt man Wasser in das Rohr; dasselbe drängt den Beutel gegen die Rohrwandung, so daß er beim Anziehen dicht ablidert und das Wasser ansaugt. Beim Niedergehen legt sich der Beutel zusammen und drängt sich durch das Wasser, welches mit Hilfe des Ventiles am unteren Ende der Röhre am Ausweichen verhindert wird.

Man kann die Beutelpumpen u. a. verwenden, um Wasser in einer Strecke über einen Damm hinwegzuschaffen, also im allgemeinen für geringe Höhen bis 3 oder 4 m.

§ 5. Saugpumpen. — Die Saugpumpen, welche zum Unterschiede von den Hubpumpen mit Steigeröhren (§ 6) auch niedere Sätze¹⁾ genannt

1) Unter »Satz« und »Pumpensatz« versteht man eine vollständige Pumpe.

werden, bestehen aus dem Kolbenrohre *A* (Fig. 611), dem Saugrohre *B* mit dem Ventile (Thüre) *F* und dem Ausgusse *C*. Der Kolben *K* ist durchbrochen, hat nach oben schlagende Klappen und ist gegen die Wandungen des Kolbenrohres durch eine Liderung abgedichtet (§§ 43 bis 47).

Die niederen Sätze sind schon wirkliche Schachtpumpen; sie werden durch eine Maschine mittelst Gestänge bewegt und schaffen das Wasser dadurch auf größere Höhen, daß jeder Satz in einen hölzernen Kasten (den Schachtpumpf) ausgießt, aus welchem das Wasser von dem nächst oberen Satze weggesaugt wird.

Die Höhe solcher Sätze wird derart bemessen, daß die senkrechte Entfernung der Wasserspiegel zweier Ausgüßkassen nicht mehr als höchstens 10 m betragen darf, so daß die Höhe, bis zu welcher das Wasser angesaugt werden muß, gleich dieser Entfernung, vermindert um etwa die Hubhöhe, also nicht mehr als 8 bis 9 m ist.

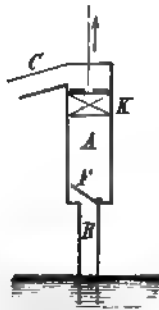


Fig. 611. Saugpumpe.

6

Die Einrichtung solcher Sätze, welche in den alten harzer Schächten noch jetzt in Gebrauch sind, zeigt Fig. 612.

Das gußeiserne Kolbenrohr (die Gosse) *g* ist oben und unten in Pumpenstöckel *p p'* eingelassen, welche aus gebohrten Holzröhren bestehen und von denen das obere den Ausguß enthält, während im unteren die Saugröhre *s* eingelassen ist. Außerdem befindet sich in demselben ein mit dem Spunde *t* verschließbares Loch, durch welches man zum Saugventile *v* gelangt. Die Kolbenstange (Zugstange) *K* ist an dem Hauptgestänge *G* mittelst eines Stangenhakens angeschlossen.

Um das Wasser auf eine Höhe von 50 m zu heben, sind nach vorstehendem mindestens fünf solcher Sätze, mithin auch ebensoviel Kolben und Ventile erforderlich. Da aber mit der Anzahl der Kolben die Reibung und mit derjenigen der Ventile die Größe des Ventilverlustes (§ 52, 4) wächst, so ergibt sich schon hieraus, daß die niederen Sätze im Vergleiche zu denjenigen Hubpumpen, welche das Wasser mit nur einem Satze auf dieselbe

Höhe bringen (hohe Sätze), unvorteilhaft arbeiten und viel Kraft gebrauchen. Es kommt noch hinzu, daß Fehler, welche an einem Satze vorkommen, auf das gesamte gehobene Wasserquantum Einfluß haben, sowie daß mit der Anzahl der Sätze auch das Vorkommen von solchen Fehlern, Störungen und Stillständen in geradem Verhältnisse steht. Hat der unterste Satz einen Fehler, so führt er den oberen zu wenig Wasser zu; ist dasselbe bei einem der höher stehenden Sätze der Fall, so fällt das Wasser wieder zurück und wird von den unteren Sätzen so lange vergeblich gehoben, bis der Fehler beseitigt ist. Damit das Wasser in solchem Falle nicht über den Rand der Schachtsümpfe hinweg frei in den Schacht fällt, sind die letzteren unter sich durch Überfallutten verbunden. Außerdem hat man an einzelnen Stellen alte Strecken mit Dämmen verschlossen und damit Sumpfstrecken hergestellt, in denen das zurückfallende Wasser aufgefangen wird. Die Dämme sind mit Abflußröhren versehen, so daß man nach erfolgter Reparatur des schadhaften Satzes den Sumpf baldigst wieder entleeren kann. Der Durchmesser der Gossen beträgt je nach der Wassermenge 183 bis 313 mm.

§ 6. **Hubpumpen.** — Eigentliche Hubpumpen, d. h. solche, welche gar nicht saugen, sondern lediglich hebend wirken, dürften als Schachtpumpen kaum vorkommen. Man versteht unter Hubpumpen solche, welche über dem Kolbenrohre noch ein Steigerohr haben, in welchem das über dem Kolben stehende Wasser bis zu dem am oberen Ende befindlichen Ausgusse emporgehoben wird. Wegen ihrer größeren Höhe heißen die Hubpumpen, im Gegensatz zu den niederen, hohe Sätze.

Eine schematische Darstellung der älteren Konstruktionen einer Hubpumpe, wie sie vor Einführung der Druckpumpen in allen größeren Bergwerksrevieren in Gebrauch waren, giebt Fig. 613.

In dem Kolbenrohre *a* bewegt sich der durchbrochene und oben mit Klappen versehene Kolben *k*. Außerdem befinden sich an demselben die Ventiltüren *t t'*; durch die obere kann man zum Kolben, durch die untere zum Saugventile *v* gelangen, welches auf der Saugröhre *s* angebracht ist. Über dem Kolbenrohre befindet sich das Steigerohr *h*, dessen Höhe ohne zwingende Veranlassung nicht über 40 bis 50 m sein sollte, nur ausnahmsweise geht man bis 100 m¹⁾.

Die Höhe ist durch die Festigkeit der unteren Steigeröhren, sowie der Kolbenklappen und des Saugventiles begrenzt.

Bei der in Fig. 613 angedeuteten Konstruktion befindet sich das Ge-

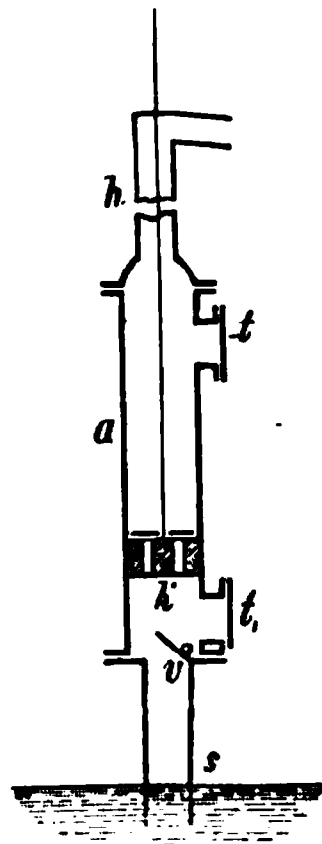


Fig. 613. Hoher Satz.

1) v. Hauer, a. a. O. S. 103.

stänge innerhalb der Steigeröhren und kann deshalb nicht überwacht werden. Auch lassen sich etwaige Gestängebrüche schwer beseitigen.

Man hat deshalb bei neueren Ausführungen vorgezogen, das Gestänge frei im Schachte heruntergehen zu lassen und das Kolbenrohr neben das Steigerrohr zu stellen, wie es u. a. bei den älteren Wassersäulenmaschinen am Harz¹⁾ geschehen ist.

Das Gestänge geht bei denselben durch eine Stopfbüchse in den Pumpentiefel *a* (Fig. 644) und trägt den massiven Kolben *b*. Am oberen Ende ist der aus Bronze bestehende Pumpentiefel mit einem Ventilstücke versehen, an welchem sich die beiden Ventilkästen *K* und *K*, befinden. Ferner ist *s* das Hubventil, *s'* das Saugventil, *S* die Saugröhre, *H* die Steigeröhre.

Beim Niedergehen des Kolbens wird die Luft im Pumpentiefel und über dem Saugventile verdünnt, das letztere hebt sich und läßt das Wasser auf den Kolben treten, durch welchen es beim folgenden Aufgange und bei geöffnetem Hubventile *s* in die Steigeröhre *H* gehoben wird.

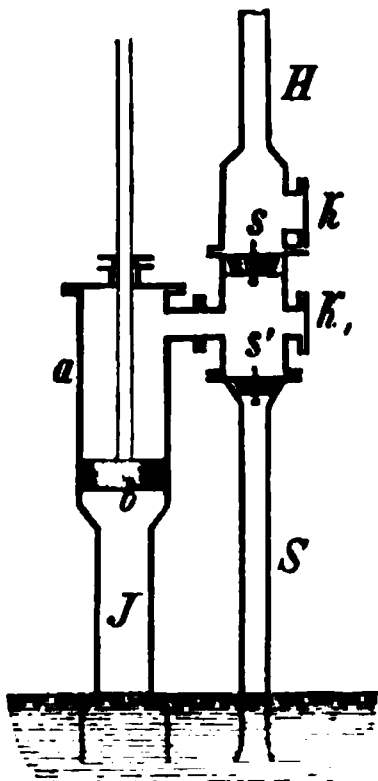


Fig. 614.

Hubpumpe mit frei liegendem Gestänge.

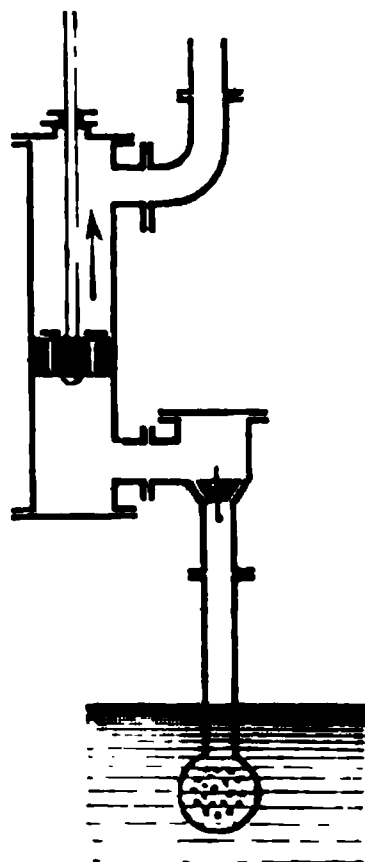


Fig. 615.

Damit sich unter dem Kolben weder ein luftverdünnter Raum bilden, noch auch komprimierte Luft ansammeln kann, ist unter dem Pumpentiefel noch das Rohr *J* angebracht, in welchem das Wasser mit dem Kolben auf- und niedergeht.

Ähnlich ist auch die Konstruktion der Pumpen zu Huelgoat in Frankreich²⁾.

Bei der in Fig. 615 dargestellten Hubpumpe findet Ansaugen und Heben des Wassers beim Aufgange des Kolbens statt. Der letztere ist ebenso durchbrochen und mit Klappen versehen, wie bei der älteren Konstruktion.

¹⁾ Karsten's Archiv. R. II. Bd. 40. — Hartmann, Bgbkde. S. 744.

²⁾ Combes, Bgbkde., deutsch von Hartmann. S. 325 ff.

Ähnlich wie die niederen, sind auch die hohen Sätze derart angeordnet, daß der nächst obere aus dem Ausgußkasten des nächst unteren saugt und daß die Pumpen durch zwei, gewöhnlich an Kunstkreuzen befestigten und sich gegenseitig das Gleichgewicht haltenden Gestängen bewegt werden. Dabei kann eine aufeinander folgende Reihe von Sätzen übereinander an jedem Gestänge hängen, so daß jedesmal zwei nebeneinander stehende Sätze abwechselnd in denselben Schachtsumpf ausgießen, während die zwei nächst oberen Sätze abwechselnd aus diesem saugen — oder die übereinander stehenden Sätze gehören wechselweise zu dem einen oder anderen Gestänge. In diesem Falle würde auf der Seite des tiefsten Satzes ein dem längeren Gestänge entsprechendes Mehrgewicht sein und die Maschine einen unregelmäßigen Gang haben, wenn nicht durch Belastung des entsprechenden Kreuzarmes oder dadurch eine Ausgleichung herbeigeführt würde, daß man dem Steigerohre des untersten Satzes eine geringere Höhe giebt und damit das Gewicht der Wassersäule um dasjenige des überschüssigen Gestänges vermindert.

Bei den Hubpumpen oder hohen Sätzen wird immer nur der, der Hubhöhe entsprechende, oberste Teil der Wassersäule abgegossen, während das übrige Wasser bei jedem Kolbenaufgange gehoben werden muß. Damit tritt aber keine Mehrbelastung der Pumpen gegenüber den niederen Sätzen ein, denn diese müssen, um das Wasser auf dieselbe Höhe zu bringen, auch die gleiche Arbeit, und zwar saugend, verrichten.

Während z. B. eine 50 m hohe Hubpumpe nur eine Saugröhre hat und im übrigen die Wasser hebt, muß dieses bei niedrigen Sätzen durch fünf enge Saugröhren gezogen werden.

§ 7. Störungen der Saug- und Hubpumpen. — Die bei den Saug- und Hubpumpen vorkommenden Störungen haben ihren Grund entweder darin, daß das Saugventil, oder das Hubventil, bzw. die Kolbenklappen, oder die Kolbenliderung schadhaft, oder darin, daß die Saugröhre bzw. ihre Verbindung mit dem Kolbenrohre, sowie das letztere selbst unterhalb des Kolbens undicht sind, oder endlich darin, daß die untere Öffnung des Saugrohres verstopft ist.

Ist das Saugventil schadhaft, so fällt das Wasser zurück und der Satz geht leer, bei abgearbeiteter Liderung des Kolbens oder bei schlechtem Zustande des Hubventiles bzw. der Kolbenklappen bleibt der Satz voll, bringt aber beim Kolbenaufgange kein Wasser. Sind die Rohrteile unter dem Kolben undicht, so saugt die Pumpe zum teil Luft an, was sich durch das dabei verursachte pfeifende Geräusch erkennen läßt, und gießt ebenfalls kein Wasser aus. Ist endlich das Saugrohr verstopft, so bildet sich unter dem Kolben, mithin auch im Saugrohre ein luftverdünnter Raum, ohne daß derselbe mit Wasser gefüllt werden kann, gleichzeitig wird das Saugventil durch den darauf lastenden Atmosphärendruck fest geschlossen gehalten. Ist die Verstopfung schon höher in das Saugrohr hineingezogen, so daß man sie von unten nicht mehr erreichen kann, so bohrt man hölzerne Saugröhren an, um

das Ventil heben zu können, und reinigt die ersteren alsdann mit einem Gewichtsstücke, welches man von oben mit einem Seile einführt (»man läßt den Seiger schießen«). Bei eisernen Saugröhren bleibt oft nichts anderes übrig, als im Saugventile selbst eine Öffnung herzustellen.

§ 8. **Druckpumpen.** — Die Fig. 616, 617, 618 zeigen dreierlei Konstruktionen von Druckpumpen, von denen die erste die gebräuchlichste ist. Bei derselben steht das Kolbenrohr *R* mit dem Kolben *P* seitwärts vom Saugrohre *S*, und hat unter sich einen fest verlagerten Prellklotz *Z*, welcher bei etwaigem Gestängebruche den Stoß des Plungers aufzunehmen und damit weiteren Zerstörungen vorzubeugen hat, ein Zweck, welcher übrigens schon durch passend angebrachte Aufsatzvorrichtungen an den Gestängen (§ 65) erreicht werden kann, so daß die Prellklötze nur für einen Bruch nahe über dem Plunger Wert haben.

Fig. 616.

Z

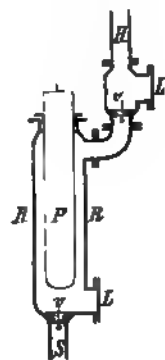
Fig. 617.
Druckpumpen.

Fig. 618.

Die Druckpumpe Fig. 618 unterscheidet sich noch dadurch von den beiden anderen, daß das Druckrohr nicht am unteren, sondern am oberen Ende des Kolbenrohres angesetzt ist. Dabei muß das Wasser in dem ringförmigen Raume zwischen Kolben und Cylinder nach oben steigen und ist deshalb die Weite des letzteren 1,4 mal so groß zu nehmen, als der Durchmesser des Kolbens, während dieselbe bei den anderen Konstruktionen nur 2 bis 3 cm größer, als der Kolben zu sein braucht.

Die Dichtung der Kolben, welche zum Unterschiede von den Scheibenkolben der Saug- und Hubpumpen die Namen Mönchskolben, Taucherkolben und Plunger erhalten haben, erfolgt am oberen Ende des Kolbenrohres mit Hilfe einer Stopfbüchse, so daß die Liderung des Kolbens fortfällt.

Die Stopfbüchse darf weder zu stark, noch zu wenig angezogen werden. Im ersteren Falle wird die Reibung zu groß, im letzteren kann bei raschem Niedergehen des Kolbens ein Ecken desselben eintreten, so daß in beiden

Fällen das Gestänge auf Druck in Anspruch genommen wird und ein Zerknicken desselben zu befürchten ist.

Die Verbindung des Arbeitscyinders R mit dem Steigerohre H heißt Gurgelrohr. Das Saugventil v und das Druckventil v' sind durch die Ventilkasten L und L' zugänglich.

Bis auf wenige Ausnahmen — vergl. § 80 — sind alle untereinander stehenden Drucksätze an ein durchgehendes Gestänge angeschlossen.

§ 9. Gang der Druckpumpen. — Beim Aufgange des Kolbens bildet sich in dem Arbeitscyinder ein luftverdünnter Raum und findet mithin das Ansaugen des Wassers durch das Saugventil v statt. Beim Niedergange des Kolbens wird das Wasser entweder durch das Gewicht des Gestänges und Kolbens, bezw. einer auf letzterem angebrachten Belastung (§ 62) allein oder unter teilweiser Mitwirkung eines durch die Maschine ausgeübten Druckes durch das Ventil v' in die Höhe getrieben.

Sollte aus irgend welchen Gründen, sei es, daß die Pumpe direkt Luft ansaugt, oder daß das Saugrohr verstopft ist, das Arbeitsrohr nicht mit Wasser, sondern teilweise mit Luft, bezw. mit verdünnter Luft gefüllt sein, so findet das niedergehende Gestängegewicht keinen genügenden Widerstand, es fällt deshalb mit beschleunigter Geschwindigkeit nieder und verursacht dadurch mindestens einen ungleichen Gang, häufig aber auch ernstliche Brüche, gewöhnlich am unteren Ventilkasten.

Aus diesem Grunde sind Druckpumpen dann nicht anwendbar, wenn, wie beim Abteufen, ein teilweises Ansaugen von Luft unvermeidlich ist. Dagegen sind sie zum Heben großer Wassermengen auf bedeutende Höhen die einzig zweckmäßigen und können durch Hubpumpen nicht ersetzt werden.

Um den Gang der Druckpumpen dem Wasserzuflusse anpassen und das Ansaugen von Luft vermeiden zu können, pflegt man die Dampfmaschinen so einzurichten, daß sie mit beliebig zu regulierenden Hubpausen arbeiten (Kataraktsteuerung).

Andere Störungen können dadurch eintreten, daß sich die aus dem angesaugten Wasser frei werdende Luft im oberen Teile des Arbeitsrohres ansammelt und allmählich komprimiert wird. In diesem Falle kann sich beim Aufgange des Kolbens kein luftverdünnter Raum bilden, mithin auch kein Wasser angesaugt werden; der Kolben findet beim Anfange des Niederganges nur geringen Widerstand, der sich beim Auftreffen auf das Wasser plötzlich steigert und ebenfalls heftige und gefährliche Stöße zur Folge haben kann.

Das hiergegen bisweilen angewendete Mittel, der Luft ein Entweichen durch die lose gestellte Stopfbüchse zu gestatten, ist aus dem weiter oben § 8 al. 4 angeführten Grunde verwerflich und soll man sich deshalb besonderer Vorrichtungen (§ 18) bedienen, um die Luft, den größten Feind der Druckpumpen, dauernd zu entfernen.

In Fig. 646 ist eine solche Vorrichtung (E) vorläufig angedeutet; dieselbe

gestattet der Luft bei jedem Kolbenhube durch Heben eines Ventiles den Eintritt in das Druckrohr.

Um eine Druckpumpe in Gang zu setzen, darf man sie nicht als Luftpumpe arbeiten und die Luft allmählich ansaugen lassen, sondern man muß den Raum unter dem Kolben und zwischen den Ventilen mit Wasser füllen, was am bequemsten durch ein Verbindungsrohr mit Hahnverschluß vom Druckrohre aus geschieht.

Ebenso muß ein Verbindungsrohr zwischen Gurgel- und Saugrohr angebracht sein, damit man vor dem Öffnen der Ventilthüren das in der Pumpe befindliche Wasser auf die bequemste Weise in den Sumpf zurückgelangen lassen kann.

§ 10. **Doppelt wirkende Pumpen.** — Die doppelt wirkenden Pumpen können sowohl Hub- als auch Druckpumpen und eine Kombination von beiden sein.

Als schematische Darstellung einer doppelt wirkenden Hubpumpe dienen die Fig. 619 und 620. Die erstere hat zwei massive Kolben, uv sind die Saugventile, $u'v'$ die Druckventile, welche nach der von Schittka in Schemnitz angegebenen Weise in einem gemeinschaftlichen Kasten angebracht sind (Ventilverein)¹⁾. Jeder Kolben saugt beim Niedergange aus dem Saugrohre S und hebt das Wasser beim Aufgange in das Steigerohr H .

In Fig. 620 befindet sich ein Kolben zwischen dem Saugrohre S und dem Steigerohre H , während die vier Ventile $v v' u u'$ getrennt sind. Beim Niedergange des Kolbens öffnet sich das Saugventil v und das Druckventil v' , beim Aufgange das zweite Saugventil u und das entsprechende Druckventil u' .

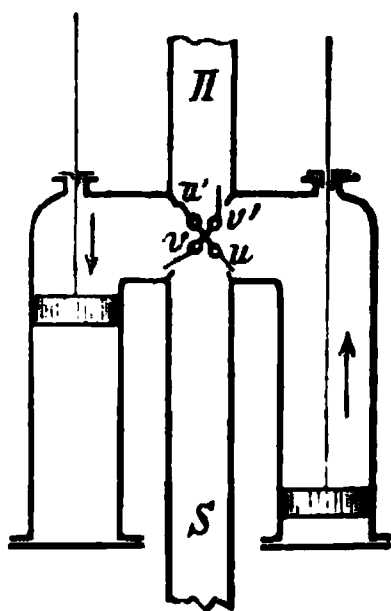


Fig. 619.

Doppelt wirkende Pumpen.

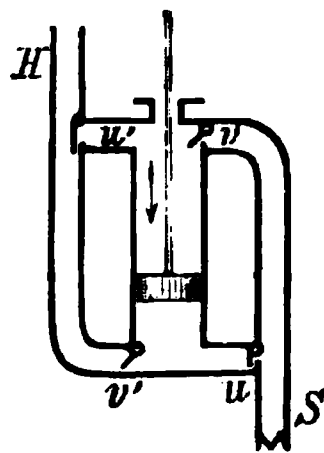


Fig. 620.

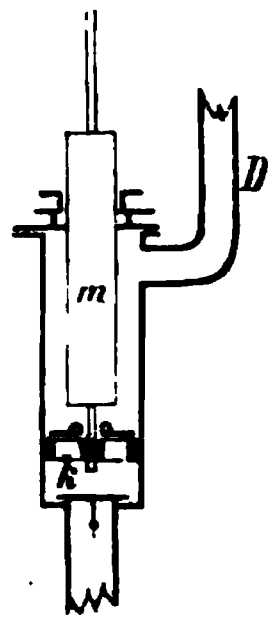


Fig. 621.

Differentialpumpe.

§ 11. **Differentialpumpen** oder verjüngte Pumpen²⁾. — Dieselben

1) v. Hauer, a. a. O. S. 286. — 2) Die Differentialpumpen sind von Kirchweyer (Eisenbahndirektor in Hannover) 1843 zum ersten Male ausgeführt. Neben Kirchweyer erheben noch der Franzose Faivre in Nantes und der Engländer Thomson in London Anspruch auf die Priorität der Erfindung. 1846 erhielt Faivre das Patent auf dieselbe Pumpe. Thomson behauptet, 1848 bei den bristoler Wasserwerken die Differentialpumpen zuerst angewendet zu haben.

beruhen auf dem Principe, daß Hubpumpen beim Niedergehen so viel Wasser zum Ausflusse bringen, als ihr Gestänge verdrängt. Man hat deshalb mit dem direkt am Gestänge befestigten Plunger m (Fig. 621) den Scheibenkolben k verbunden. Giebt man dem Plunger m einen halb so großen Querschnitt, als dem Scheibenkolben, so wird bei jedem Hube gleich viel Wasser in das Steigerrohr D geschafft.

Eine derartige Pumpe, welche aber das Wasser nur aus dem Hauptsumpfe in einen Vorsumpf, also auf geringe Höhe zu schaffen hat, ist auf der Grube Sulzbach-Altenwald in Gebrauch¹⁾.

Andere Ausführungen ähnlicher Art sind in Ibbenbüren²⁾ und am Schachte St. Elisabeth in Montceaux-les-mines gemacht, an letzterer Stelle werden 0,004 cbm Wasser in der Sekunde auf 40 m gehoben³⁾.

§ 12. **Vereinigte Pumpensätze.** — Ein fernerer Mittel, um das Wasser nach Art der doppelt wirkenden Pumpen zum Abflusse zu bringen, ist die Vereinigung zweier oder dreier Pumpen, wie man dieselben bei unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen (Kap. VIII) als Zwillings- und Drillingsmaschinen in Anwendung gebracht hat. Die Anordnung Fig. 622 zeigt z. B. zwei Pumpen mit je einem Saugventile u, v und je einem Druckventile u', v' . Die Kolben sind dabei in einem vereinigt, können aber auch, wenn die Kraftmaschine zwischen ihnen liegt, getrennt sein. H ist das gemeinschaftliche Steigerrohr.

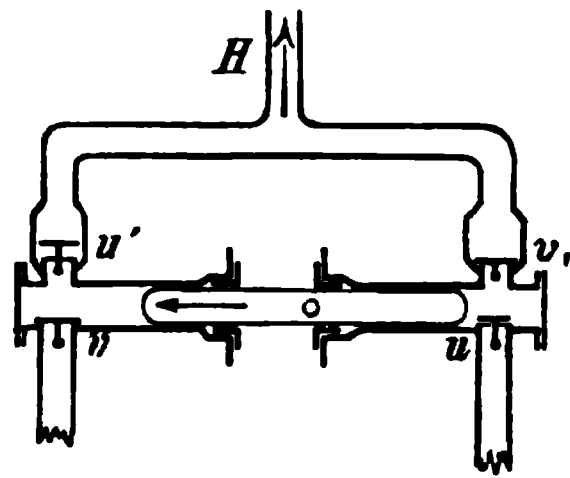


Fig. 622. Unterirdische doppelt wirkende Wasserhaltungsmaschine.

Ebenso können zwei gewöhnliche stehende Drucksätze in ein gemeinschaftliches Steigerrohr drücken. In dieser Art ist die Wasserhaltung auf Zeche Eintracht Tiefbau II bei Steele und Präsident I bei Bochum eingerichtet. Die Maschinen sind auf beiden Gruben liegende Woolf'sche, bei denen der kleine und große Cylinder, sowie der Kondensator hintereinander angeordnet sind (vergl. § 80).

§ 13. **Perspektivpumpen von Althans und Rittinger.** — Die Perspektivpumpen sind von Althans erfunden und von Rittinger verbessert; dieselben haben in ihrer ursprünglichen Anwendung als Rittingersätze kein besonderes Gestänge, sondern sind so eingerichtet, daß das mit einem hohlen Mönchskolben verbundene Steigerrohr gleichzeitig als Gestänge dient und daß sie, ohne eines besonderen Scheibenkolbens (§ 14) zu bedürfen, dennoch sowohl beim Aufgange, als auch beim Niedergange des Kolben ausgießen, also ebenfalls doppelt wirkend sind.

In Fig. 623⁴⁾ sind fest eingebaut: das Ausgußrohr r , der Pumpenstiefel c

1) Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22. S. 179; 1875. Bd. 23. S. 67.

2) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1866. Bd. 14. S. 304.

3) v. Hauer, a. a. O. S. 284. — Burat, Cours d'expl. des mines. Paris 1876. Suppl. p. 78.

4) v. Hauer, a. a. O. Fig. 513 u. 514.

und das Saugrohr S mit dem Saugventil v , dagegen beweglich: das Rohrgestänge R (auf Abendsterngrube bei Rosdzin [Oberschlesien] aus 9,3 m langen Stücken von 20 mm starkem Kesselbleche bestehend) und der hohle Plunger P mit dem Hubventile d , welches in gewöhnlicher Weise in einem Ventilkasten b mit Thür eingeschlossen ist.

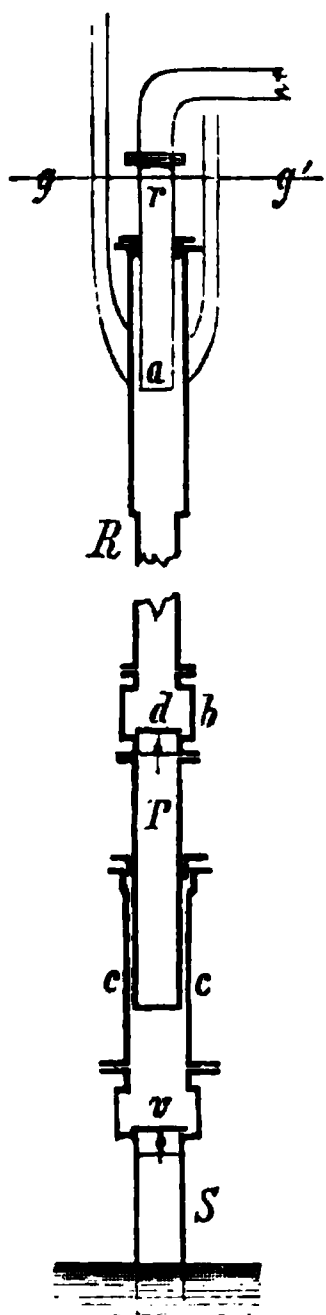


Fig. 623. Rittingersatz.

Am Gestängerohre R greift nahe unter Tage ein mit der Kraftmaschine in Verbindung stehendes kurzes Gestänge $g g'$ an, schiebt das erstere beim Aufgange über das Ausgußrohr r hinweg und taucht es beim Niedergange in den Pumpentiefel c hinein. Die Dichtung erfolgt an beiden Röhren durch Stopfbüchsen. Das Ausgußrohr ist etwas länger, als der Kolbenhub, und hat den halben Querschnitt des Rohrgestänges.

Beim Aufgange saugt der hohle Plunger P das Wasser an, beim Niedergange schließt sich das Saugventil und das Wasser wird unter Anheben des Ventiles d in das Rohrgestänge gepreßt, um beim folgenden Aufgange, nachdem sich d geschlossen hat, gehoben zu werden. Das Ventil d vertritt also hier die Stelle des Scheibenkolbens bei den Differentialpumpen (§ 11).

Obgleich also das Ansaugen nur beim Aufgange stattfindet, so muß doch bei beiden Kolbenwegen das Wasser ausfließen, weil in beiden Fällen der mit Wasser gefüllte Raum zwischen den Ventilen und dem Ausgußrohre verkleinert wird.

Rittingerpumpen von dieser Konstruktion sind mehrfach in Gebrauch, so u. a. im Tagebau der Ilseder Hütte, in Lintorf bei Düsseldorf (1,20 m Plungerdurchmesser) und auf Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien¹⁾.

Während man an das Druckventil durch die oben erwähnte Ventilthüre gelangen kann, wird das Saugventil bei Reparaturen auf folgende Weise zugänglich gemacht:

Man löst bei Stillstand der Pumpe die Schraubenverbindung zwischen Pumpentiefel und Saugrohr, befestigt den ersteren durch Ankerstangen an dem Gestängerohre und läßt die Maschine langsam anheben, so daß das Saugventil frei liegt und durch ein bereit gehaltenes, frisch gelidertes ersetzt werden kann.

Bei der Pumpe auf Abendsterngrube wird das Druckventil in derselben

¹⁾ Pietsch, in Preuß. Zeitschr. 1871. Bd. 19. S. 60.

Weise durch Abheben des Rohrgestänges vom Plunger bloßgelegt, so daß auch der Ventilkasten *b* in Wegfall kommen kann.

Die eben geschilderte Konstruktion der Rittingerpumpen hat allerdings den Vorteil größerer Einfachheit, weil das Gestänge fortfällt. Da aber das Rohrgestänge abwechselnd auf Zug und Druck, also in höchst ungünstiger Weise in Anspruch genommen wird, so stellten sich anfänglich mehr Störungen in den Dichtungen der einzelnen Rohrstücke ein, als früher bei den Gestängen. Hoppe wendete deshalb für das Rohrgestänge auf Abendsterngrube eine besondere Verbindung an, welche in Fig. 624 und 625 dargestellt ist.

Darin sind *a a*, zwei genau abgedrehte, schmiedeeiserne, konische Ringe, welche an den Enden der Röhren mit zwei Reihen wechselnder Nieten befestigt sind. Hieran schließen sich entsprechende gußeiserne, gleichfalls konische und abgedrehte Ringe *b b*, mit 16 Öffnungen für 50 mm starke Schrauben. Schließlich wird der Ring *c c*, über die Verbindungsstelle gezogen.



Fig. 624.

Verbindung des Rohrgestänges.

Fig. 625.

§ 14. **Rittingersätze mit Gestänge.** — Um die vorhin beschriebene, kostspielige Rohrverbindung zu umgehen, hat man in neuerer Zeit mehrfach (z. B. auf den Zechen Friedrich der Große und Mansfeld in Westfalen) Rittingersätze angewendet, bei denen man das Ausgußrohr bis nahe auf den Plunger herabgehen und das Gestänge dicht über dem letzteren an einem kurzen Rohransatze angreifen läßt.

Damit ist allerdings das Gestänge wieder eingeführt, man hat aber immer noch den Vorteil einer engen und den Schachtraum wenig beschränkenden Steigeröhre, welche man auch mit einer Krümmung an einer solchen Stelle aufführen kann, wo sie am wenigsten im Wege ist, und außerdem gegenüber den Drucksätzen den Vorteil, daß das Wasser in der Steigeröhre in stetem Aufsteigen begriffen ist, besonders wenn man noch einen Windkessel (§ 22) einschaltet.

§ 15. **Fahrbare tonnlägige Rittingerpumpen.** — Auf der Grube Marie Luise bei Neindorf wird die Wasserhaltung aus einem 150 m flachen Schachte von 15° Neigung mit zwei Rittingersätzen bewirkt, deren 314 mm weite Hubröhren früher, bei einer flachen Tiefe von 72 m, auf Rädern liefen. Da dieses fahrende Rohrsystem für die größere Länge zu schwerfällig ausgefallen sein würde, so hat man an dieser Stelle einen festen Steigröhrenstrang — vergl. § 14 — in das Flache gelegt, welcher sich am unteren Ende gabelt und die Wasser der beiden Pumpen aufnimmt. Die Bewegung der beiden, so in ein bewegliches Doppel-Degenrohr eingeschalteten Hubventilkasten erfolgt jetzt mit Hilfe zweier Gestänge¹⁾.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 23. S. 232; 1884. Bd. 32. S. 234.

§ 16. **Vorteile der doppelt wirkenden Pumpen** ¹⁾. — Die doppelt wirkenden Pumpen haben zunächst den Vorteil, daß ihre Steigeröhren bei gleicher Wasserlieferung nur einen halb so großen Querschnitt erfordern, als bei einfach wirkenden. Während ferner bei diesen das Wasser mit jedem Kolbenhube vollständig zur Ruhe kommt und vermöge seiner Schwere beim Anfange des Kolbenrückganges ein mitunter sehr heftiges Schlagen der Ventile veranlaßt (§ 18), so haben doppelt wirkende Pumpen wegen des dauernden Auftriebes in der Steigeröhre einen ruhigeren Gang.

Hubpumpen von einfacher Wirkung und mit nur einem Gestänge müssen beim Aufgange den ganzen Wasserdruck überwinden, bei doppelter Wirkung verteilt sich der letztere gleichmäßig auf den Auf- und Niedergang. Bei zwei Gestängen mit je einer Pumpe gleicht sich das Gewicht auf beiden Seiten aus.

Ist gleichzeitig die Kraftmaschine doppelt wirkend, so braucht nur die Hälfte des Gestängengewichtes ausgeglichen zu werden.

Da endlich gegenüber den einfach wirkenden Druckpumpen bei jedem Kolbenwechsel die Hälfte des Wassers zu heben ist, so braucht auch das Gestänge nur halb so schwer zu sein, mithin fällt auch bei gleichzeitiger Anwendung doppelt wirkender Kraftmaschinen die Ausgleichung des Gestängengewichtes entsprechend kleiner aus. Bei tiefen Schächten jedoch, in denen das Gestänge schon der Festigkeit wegen stärker und schwerer gemacht werden muß, als es zum Empordrücken des Wassers notwendig ist, wächst auch die Größe des Gegengewichtes.

§ 17. **Entluftungsventil.** — Schon weiter oben (§ 9) wurde erwähnt, daß Störungen im Gange der Druckpumpen durch Ansammeln von komprimierter Luft im oberen Teile des Plungerrohres entstehen können. Um dieselbe mit jedem Kolbenniedergange zu beseitigen, ist von Flottwell & Co. in Bochum ein Entluftungsventil vorgeschlagen, welches am höchsten Punkte des Plungerrohres angebracht wird.

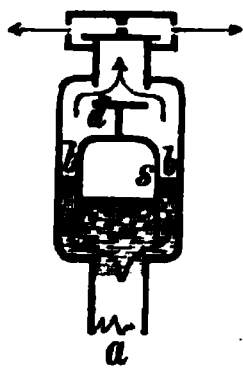


Fig. 626. Entluftungsventil.

Ein in vertikaler Richtung gut geführter Schwimmer *s* (Fig. 626) (Taucherglocke) trägt oben das Abschlußventil *d*. Der Schwimmer sinkt mit dem Wasserspiegel, also mit der Luftansammlung, und lüftet dabei das Abschlußventil *d*, so daß die im Cylinder *b* eingeschlossene Luft entweichen kann. Das Eigengewicht des Schwimmers und Ventiles, sowie die Reibungswiderstände bedingen den kubischen Inhalt des ersteren.

Wasser und Luft treten durch das mit dem Plungerrohre in Verbindung stehende Rohr *a* ein.

§ 18. **Ventilkasten.** — Die Ventilkasten müssen besonders bei Druckpumpen, wegen des plötzlich wechselnden Druckes beim Auf- und Nieder-

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 281.

gange, sowie der dabei vorkommenden Stöße (hydraulischer Widder) stark konstruiert werden.

Die Ursache der Stöße liegt darin, daß die Druckventile so lange geschlossen bleiben, bis der zum Öffnen erforderliche Überdruck durch das Gestänge ausgeübt wird. Sodann öffnen sie sich momentan, so daß die von oben und unten wirkenden Kräfte zusammenstoßen. Ebenso schließen sie sich, bevor die darüber stehende Wassersäule ihre beim Einwenden des Kolbens erlangte lebendige Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$ verloren hat.

Die ältere Form der Ventilkasten war eckig; weil dieselben aber an verschiedenen Stellen ganz abweichende Stärke und Spannung hatten und deshalb häufig durchbrachen, so bedient man sich jetzt mehr der abgerundeten Formen (Fig. 627)¹⁾, welche gleichzeitig dem aufsteigenden Wasser geringeren Widerstand bieten.

Die von den Ventilthüren geschlossenen Öffnungen der Ventilkasten sind bei den älteren Konstruktionen so groß, daß man die Ventile durch dieselben wechseln kann. Im Interesse größerer Widerstandsfähigkeit sind hier und da diese Öffnungen neuerdings nur so groß gemacht, daß man die Ventile untersuchen und mit einer Hand hineinkommen kann, um kleine Hindernisse zu beseitigen, man muß dann aber dem Druckrohre eine solche Weite geben, daß man die Ventile durch dasselbe herausziehen kann, eine Praxis, welche auch bei größeren Öffnungen in Oberschlesien meistens befolgt wird, indem man die an einem Stiele befestigten beiden Ventile mit einem Male herauszieht. Der Stiel hat dabei oben einen Haken, den man mit einem Ventilsucher (Fischkopf) faßt.

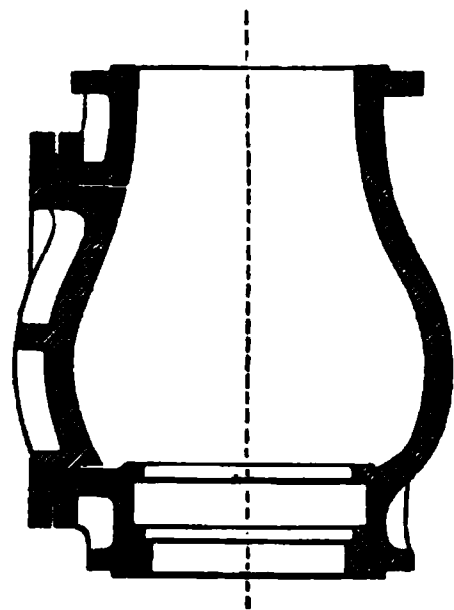


Fig. 627. Ventilkasten.

Bei Anlage der Rittingerpumpen in Abendsterngrube bei Rosdzin (Oberschlesien), in Lintorf und Ilsede hat man die Ventilkästen gänzlich vermieden und besorgt das Lidern in der oben (§ 43) bereits geschilderten Weise. Dafür sind in gleicher Höhe mit der Oberkante der Ventile Stutzen mit 24 cm weiten Öffnungen angebracht, welche durch eine mit einer starken Feder angedrückte Platte geschlossen werden. Auf diese Weise dient die Platte als Sicherheitsventil (§ 24), kann aber durch Lösen der Feder leicht entfernt werden, um das Ventil nachsehen zu können.

§ 49. Ventilthüren. — Die Ventilthüren bestehen meistens aus gußeisernen Platten, welche mittelst Schrauben und eingelegter Dichtung an einem Flantsche des Ventilkastens befestigt werden. Weil aber damit der Nachteil verbunden ist, daß die Schrauben sowohl durch das feste Anziehen,

1) v. Hauer, a. a. O. Fig. 447.

als auch durch hydraulische Stöße und Wasserdruck zu leiden haben, so hat man die Ventilthüren auch wohl aus Eisenblech hergestellt und befestigt sie in derselben Weise durch einen Bügel mit Schraube an der inneren Wandung der Ventilkasten, wie die Mannlochsdeckel bei Dampfkesseln¹⁾.

§ 20. Vorrichtungen zum Öffnen und Schliessen der Ventilthüren. — Seitdem man es unterlassen hat, die Ventilthüren sich ähnlich auf Angeln drehen zu lassen, wie eine gewöhnliche Thür, wobei die Dichtung schwer zu erreichen war, muß man Vorrichtungen anwenden, welche es gestatten, die schweren Platten bequem entfernen und wieder anschrauben zu können. Es geschieht dies am einfachsten mit einem Flaschenzuge, an welchem die Thür nach dem Abschrauben hoch gezogen wird, oder mit Hilfe einer mit einem Laufkrahne verbundenen Streckschraube²⁾.

§ 21. Sicherheitsventile. — Die in den § 9 und 18 erwähnten Stöße üben in erster Linie auf die meist ebenen Ventilthüren eine nachtheilige Wirkung aus, weil dieselben der Ausbauchung vorzugsweise ausgesetzt sind. Man sucht deshalb dem Wasser Gelegenheit zu geben, im Augenblicke des Stoßes teilweise entweichen zu können.

Daß in dieser Beziehung die an den Rittingersätzen angebrachten, mit Federn angedrückten Platten als Sicherheitsventile wirken können, wurde bereits oben (§ 18) erwähnt.

Auf der Grube Caroline bei Bochum schraubte Busch an der Ventilthüre ein, mit einem Hahnverschlusse versehenes Rohr ein³⁾, auf dessen vorderem Ende sich ein mit einer Kugel belasteter Stutzen befand. Bei eintretendem Stoße hebt sich die Kugel und läßt einen Teil des Wassers ausspritzen.

§ 22. Windkessel. — Windkessel können bei Pumpen in zweierlei Formen, nämlich als Druck- und Saugwindkessel vorkommen. Die letzteren wendet man bei langen Saugleitungen an, um ein Abreißen des Wasserstromes zu verhüten.

Bei Schachtpumpen kommen derartige Saugwindkessel selten vor, häufiger dagegen solche, welche in die Druckrohre derjenigen Pumpen eingeschaltet werden, von denen man ein regelmäßiges Ausgießen auch während der Hubpausen verlangt, wie bei den doppelt wirkenden und Rittingerpumpen, ganz besonders aber bei den schnell gehenden, rotierenden, unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen (Kap. VIII).

Nachdem dem Wasser im Druckrohre durch den Pumpkolben eine gewisse, nach aufwärts gerichtete lebendige Kraft erteilt ist, bleibt wegen dieser das Druckventil zu Anfang des Kolbenrückganges noch geöffnet und schließt sich dann mit einem Stoße, welcher um so heftiger ist, je schneller die Pumpe arbeitet.

1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 339.

2) Ebenda. 1859. Bd. 7 A. S. 76.

3) Glückauf. Essen 1869. Nr. 6.

Ist aber ein Windkessel im Druckrohre eingeschaltet, so füllt sich auch dieser teilweise mit Wasser, indem die in ihm eingeschlossene Luft komprimiert wird. Bei Eintritt der Hubpause drückt die letztere das Wasser in dem Steigerohre in die Höhe und unterstützt die lebendige Kraft, bis der folgende Kolbenhub erfolgt.

Da die Luft im Windkessel mit der Zeit konsumiert wird, so muß man Vorkehrungen für deren Erneuerung treffen ¹⁾).

Die Windkessel bestehen aus Eisenblech, welches in neuerer Zeit zusammengeschweißt wird, da vernietete Kessel in der Verbindungsnaht und an den Nieten leicht reißen ²⁾).

§ 23. Verlagerung der Pumpen. — Die Verlagerung der Pumpen soll im allgemeinen vom Ausbaue des Schachtes unabhängig erfolgen. Besonders in gemauerten Schächten tritt der Übelstand ein, daß die Erschütterungen der Pumpen u. s. w., wenn die Träger in der Mauerung ruhen, die letztere lockern.

Die Pumpen werden auf Träger oder Lager von Holz, Gußeisen, Schmiedeeisen oder Mauerwerk gestellt. Eine gewisse Biegsamkeit der Träger ist ohne Nachteil, wird sie aber zu groß, dann ist die Pumpe selbst stärkeren Erschütterungen ausgesetzt. Am häufigsten werden hölzerne Lager (für schwere Pumpen am besten aus Eichenholz), in neuerer Zeit auch solche aus Schmiedeeisen angewendet; Gußeisen kommt selten vor. Mauerwerk in Form von Gewölben ist für unmittelbares Aufsetzen der Pumpenteile zu spröde und dient deshalb mittelbar meist nur als Stütze für hölzerne oder schmiedeeiserne Pumpenträger bei nicht festem Gesteine.

Über Vorkehrungen zur Verlagerung der Pumpen in wasserdichtem Ausbau vergl. VI. Abschn., § 79, 87, 104.

§ 24. Gemauerte Fundamente. — In direkter Weise sind gemauerte Fundamente im Andreasschachte bei Schemnitz, sowie bei den durch Wassersäulenmaschinen betriebenen Pumpen am Harz angewendet. Die Fundamente bestehen in diesen Fällen aus zwei Bogen, welche parallel den kurzen Stößen eingespannt und aus keilförmig bearbeiteten Quadersteinen hergestellt sind.

§ 25. Hölzerne Pumpenlager. — Die einfachste Form der hölzernen Pumpenlager für kleine Saugsätze besteht aus zwei, in den langen Schachtstößen mit Überschnittenem (VI. Abschn., § 17, al. 4) eingebühten Lagern, auf welche das Kolbenrohr aufgesetzt wird, während das Saugrohr und das Gestänge zwischen ihnen hindurchgehen. Gegen ein Aufheben schützt man den Satz durch Streben, welche von oben her angebracht werden.

Die den Lagern durch das Überschnittene gegebene Keilform ist bei

¹⁾ Füllen der Windkessel mit komprimierter Luft nach Riehn, Meinicke und Wolff in Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 154.

²⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 274. — Zeitschr. deutsch. Ingen. 1876. Bd. 24. S. 65.

³⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 95 ff.

festem Gesteine zweckmäßiger, als die Balkenform, weil bei letzterer das Gewicht der Pumpen auf den Schachtausbau übertragen wird.

Für schwerere Pumpen legt man mehrere Lager übereinander und verwendet sie trotz des eben genannten Bedenkens vielfach als Balken (Fig. 628, 629 und 630)¹⁾, oft aber auch mit Überschnittenem, wie in Fig. 631²⁾.

Das Lager besteht hier, wie immer, wenn das Saugrohr *S* nicht mit einer Krümmung, sondern senkrecht

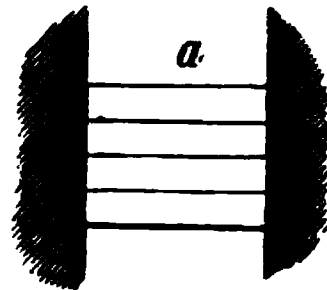


Fig. 628.



Fig. 629.

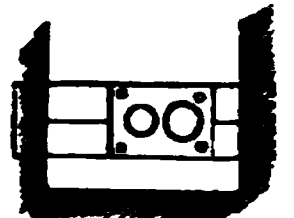


Fig. 630.

Hölzerne Pumpenträger.

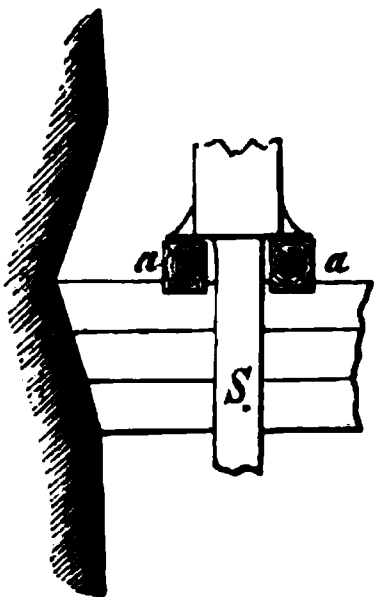


Fig. 631.

Pumpenträger mit Überschnittenem.

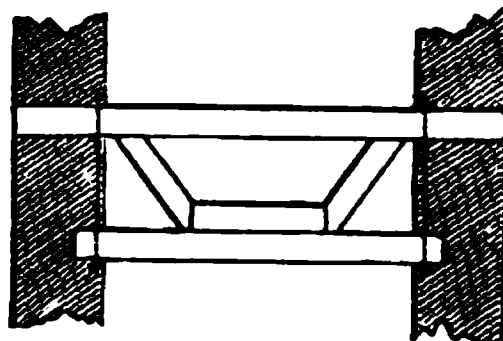


Fig. 632.

Pumpenträger in Form von Sprengwerken.

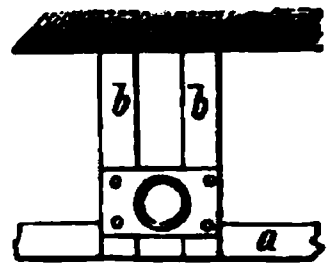


Fig. 633.

Pumpenverlagerung mit einem Träger.

tiefer geführt wird, aus zwei Teilen, auf denen die kurzen Querlager *a* liegen. Auf den letzteren steht die Pumpe mit einer Grundplatte.

Lange und stark belastete Träger werden auch durch Sprengwerke gestützt, um an Material zu sparen (Fig. 632)³⁾.

Steht eine Pumpe nahe an einem der kurzen Schachtstöße, oder nahe an der Ausmauerung eines runden Schachtes, so legt man auf ein einfaches Lager *a* (Fig. 633) das eine Ende zweier kurzer Querlager *b b*, während die anderen Enden eingebüht oder mit dem Ausbau eingemauert werden.

§ 26. Keillager. — Sehr zuverlässige Pumpenlager, bei denen man auch vom Schachtausbau unabhängig ist, sind die Keillager aus Eichenholz (Fig. 634)⁴⁾, welche in ausgestuften Wiederlagern ruhen. Die letzteren müssen dem Setzen des Lagers Rechnung tragen und deshalb nach unten etwas verlängert sein. Die einzelnen Stücke, welche zu einem Gewölbe von 40 m Halbmesser zusammengesetzt sind, haben eine Breite von 74 cm und sind durch Schloßkeile verbunden. Die mittleren Keile, auf denen der für die Aufnahme einer Pumpe von beispielsweise 76 cm Plungerdurchmesser

1) v. Hauer, a. a. O. S. 96.

2) Ebenda. S. 99.

3) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 485.

4) Ebenda.

und 60 m Druckhöhe bestimmte Träger *b* ruht, ragt um 10 cm über, um Spielraum für die Senkung zu lassen.

Auf dem neuen Tiefbauschachte zu Kloster Osede bei Osnabrück (Otto-schacht) ist an einer Stelle, wo eine Sprungkluft das Gestein (sandigen Schiefer) durchsetzt, das in Fig. 635 u. 636 skizzierte Keillager angewendet, welches auf zwei gußeisernen Widerlagsplatten ruht¹⁾. In den Bühnlöchern wurde zunächst das wenig haltbare Gestein entfernt und durch Zement-



Fig. 634.
Keillager.



Fig. 635.
Keillager im Ottoschachte bei Osnabrück.

mauerwerk ersetzt, auf welchem die Platten mit Rippen aufliegen. Durch eine Spannvorrichtung mittelst diagonalen Schienen *g* wurden die Platten fixiert, sodann mit Zement hintergossen und nunmehr mit dem Einbau der eichenen Keilstücke *m* von beiden Seiten her begonnen. Hierbei wurden, unter jedesmal angebrachter Verstrebung, eiserne Schloßkeile *n* und schließlich das Schlußstück *o* eingetrieben, nachdem die Spannvorrichtung entfernt war. Darauf wurde die Oberfläche des Keillagers abgeschlichtet und zunächst mit einem längeren Lagerstücke *p* überdeckt, über welches man als unmittelbare Unterlage für den Pumpensatz ein kürzeres Querlager *q* legte.

Bei der Disposition des Drucksatzes ist darauf Rücksicht genommen worden, daß auf denselben eine nachträgliche geringe Senkung des Keillagers nicht schädlich einwirken kann. Unter dem Keillager befinden sich mehrere Meter ganze Schrotzimmerung.

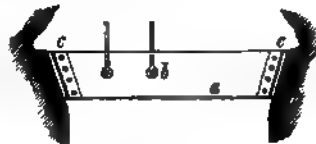


Fig. 637.



Fig. 638.

Gußeiserne Pumpenträger.

§ 27. Gußeiserne Träger, nach dem Principe der Keillager hergestellt, sind im Leopoldschachte bei Schemnitz²⁾ und auf ver. Constantin der Große

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 155.

²⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 400.

bei Bochum eingebaut, bestehend aus einer hochkantig gestellten Gußeisenplatte *a* (Fig. 637, 638), auf welcher die Pumpe durch Bolzen *b* festgehalten wird, und zwei schrägen Widerlagsplatten *c*, welche mit vorspringenden Leisten zwischen die Platten *a* eingreifen.

§ 28. **Schmiedeeiserne Träger** werden am besten mit I-förmigem Querschnitte hergestellt. Bei den sehr schweren, 948 mm weiten Drucksätzen in Scharley (Oberschlesien) hat man Gitterträger angewendet.



Fig. 639.

Schmiedeeiserner Pumpenträger.

Fig. 640.

In Fig. 639¹⁾ ist die Verlagerung zweier nebeneinander stehender Drucksätze in zwei Scharleyer Tiefbauschachte dargestellt. Vier Träger *a*, deren Zusammensetzung aus Fig. 640 ersichtlich ist, sind parallel zum kurzen Schachtstoße gelegt und mit zwei Grundplatten überdeckt, auf denen die Drucksätze *b* und *c* stehen, *c* und *d* sind die zugehörigen Steigeröhren.

Die Enden der Träger ruhen in gußeisernen Kästen und sind in und über diesen mit Klinkerziegeln und Zement vermauert. Diese Mauerung, welche zugleich die Schachtstöße sichert, ruht auf Mauerbogen.

§ 29. **Freitragende Lager**²⁾. — In England (Grube North-Seaton) hat man sehr einfache Lager angewendet, bei denen der Schacht am wenigsten

beengt ist. Allerdings werden die Träger dabei stark in Anspruch genommen.

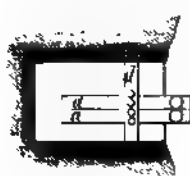


Fig. 641.

Freitragende Pumpenlager.



Fig. 642.

In einem Sitzorte sind zwei Balken *a* (Fig. 641, 642) von 545 mm Stärke verlagert und sowohl unter sich, als gegen die Stöße fest verkeilt. Über diese Träger sind vier Querbalken *d* von 34 cm Stärke gelegt, welche mit ihren Enden eingebüht und gegen die Firste abgestrebt sind.

Der eine Träger nimmt in North-Seaton das Plungerrohr, der andere die 137 m hohe Steigeröhre auf.

§ 30. **Verlagerung der Steigeröhren.** — Die Steigeröhren werden in Entfernungen von 45 bis 20 m gestützt und zwar in der Regel in der Weise, daß man auf Einstrichen *a* zwei kurze, rund ausgeschnittene Querlager *b* (Fig. 643) mittelst Schrauben befestigt und auf diese die Flanschen der Steigeröhren setzt.

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 400. — Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 12. S. 26.
²⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 56; 1860. Bd. 8. S. 184.

Zwischen den Verlagerungen bringt man wohl in Abständen von 20 bis 40 m Kompensationen¹⁾ an. Dieselben bestehen aus der nach oben fortsetzenden Steigeröhre *a* (Fig. 644), deren unteres Ende abgedreht ist und in eine Stopfbüchse eintaucht, welche am oberen Ende des von unten kommenden Rohrstückes *b* angebracht ist; *c* sind Lappen mit einer eisernen Platte, welche mit dem Lager *d* verschraubt ist.

Man erreicht damit den Vorteil, daß jede Verlagerung ein ganz bestimmtes Gewicht trägt, was ohne Kompensationen nur annähernd möglich ist. Ferner können sich die Röhren bei Temperaturveränderungen, sowie bei Anwendung von Keillagern verschieben. Auch die Hebung der Röhren zum Zwecke ihrer Auswechselung ist dadurch erleichtert.

§ 34. **Anordnung der Drucksätze.** — Über die Anordnung der Saug- und Hubpumpen ist das Nötige bereits früher (§§ 5 und 6) gesagt, so daß hier nur noch diejenige der Druckpumpen zu erwähnen bleibt.

Vor allem ist hervorzuheben, daß man in das Schachttiefste häufig keine Druckpumpe, sondern eine Hubpumpe stellt und über derselben erst die Druckpumpen beginnen läßt, weil bei den letzteren die Saughöhe meistens gering ist, die Ventile deshalb sehr tief liegen und bei Wasseraufgang leicht unzugänglich werden.

Diese Anordnung wird in Oberschlesien dadurch häufig unnötig gemacht, daß man weite Steigeröhren anwendet, so daß man die schadhaft gewordenen Ventile durch dieselben hindurch auswechseln kann (§ 48).

In Westfalen hilft man sich in diesem Falle, wie bei mancherlei anderen Arbeiten unter Wasser, mit Tauchern²⁾. Auch auf der ver. Mathildengrube (Oberschlesien) hat man Taucher ausgebildet, welche vielfach sehr nützliche Verwendung bei wichtigen Arbeiten gefunden haben.

Wenn es irgend geht, so stellt man auch die Druckpumpen so auf, daß sie die Wasserzuflüsse der einzelnen Sohlen direkt aufnehmen, ohne daß dieselben tiefer zu fallen brauchen. Andererseits darf man aber die Drucksätze wegen dieser Rücksicht nicht zu niedrig machen, weil es, gewisse Grenzen vorausgesetzt, im allgemeinen besser ist, für ein und dieselbe Höhe eine größere, als zwei kleinere Pumpen anzulegen, denn man hat bei den letzteren mehr Kolben und Ventile zu unterhalten und braucht auch mehr Raum zur Aufstellung.

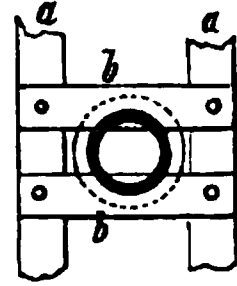


Fig. 643. Verlagerung der Steigeröhren.

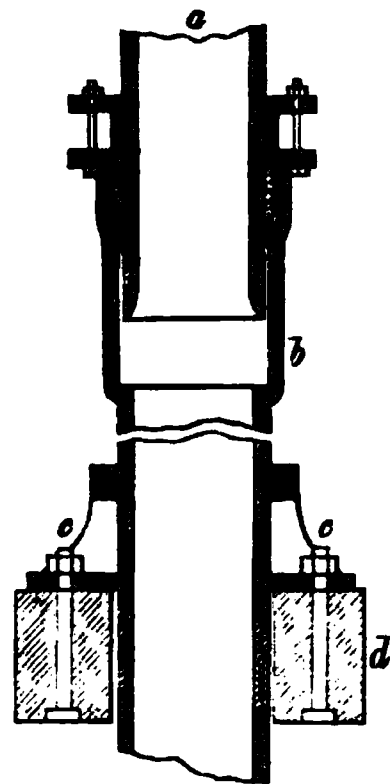


Fig. 644. Kompensation.

1) v. Hauer, a. a. O. S. 69.

2) Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 235; 1876. Bd. 26. S. 377.

Gewöhnlich hebt ein Drucksatz dem anderen zu; nur bei großen Wassermengen und wenn man rotierende Maschinen anwendet, welche mit doppelten Krummzapfen oder mit Kunstkreuzen arbeiten, bedient man sich wegen der gleichmäßigeren Belastung doppelter Gestänge und nebeneinander stehender Drucksätze, welche bisweilen, wie auf den Zechen Eintracht Tiefbau und Präsident bei Bochum (§ 12), in eine gemeinschaftliche Druckröhre arbeiten.

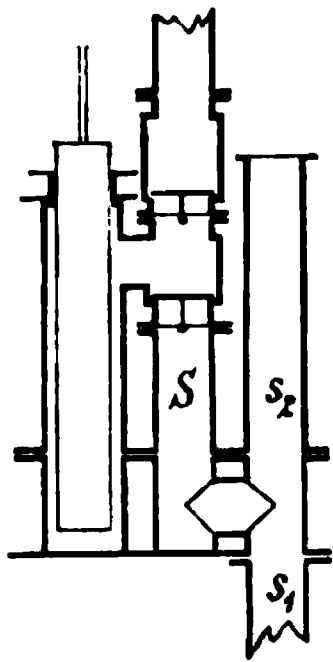


Fig. 645. Ansagen des oberen Drucksatzes aus der Steigeröhre des unteren.

Die Pumpen gießen entweder in kleinere Schachtsümpfe oder in größere Sumpfstrecken (§ 33) aus. Bisweilen läßt man auch den oberen Satz direkt aus der Steigeröhre des unteren saugen. Die letztere (s_1 in Fig. 645) verlängert sich nach oben um das Stück s_2 , so daß das Wasser von selbst in die Saugröhre S fällt und durch seinen Überdruck den Kolben beim Aufgange unterstützt.

Die Anordnung des Grundrisses richtet sich nach dem zu Gebote stehenden Raume und muß so gewählt werden, daß der letztere möglichst wenig beschränkt wird.

Auf Zeche Julius Philipp bei Bochum hat man zu diesem Zwecke Gestänge und Druckröhre hart am Schachtstoße niedergeführt und den für Plungerrohr und Ventilkasten nötigen Raum durch eine nischenartige Erweiterung des Schachtstoßes gewonnen.

§ 32. Einbau der Pumpen. — Zum Einbau schwerer Pumpenteile bedient man sich eines Dampfkabels mit Vorgelege, welches über dem Schachte seine dauernde Aufstellung hat. Braucht man das Kabel für zwei nebeneinander liegende Schächte, so stellt man es fahrbar her und bringt über den Schächten eine starke Schienenbahn an.

In engen Schächten ist die Anwendung eines Handkabels mit entsprechender Übersetzung vorzuziehen, weil man dabei ein Hängenbleiben der Pumpenteile sofort bemerkt und durch schnelles Straffziehen des Hängeseiles schwere Unfälle verhüten kann.

§ 33. Einrichtung der Sumpfstrecken. — Bei starken Wasserzuflüssen ist die Herstellung ausgedehnter Sumpfstrecken von großer Wichtigkeit. Dieselben bilden in diesem Falle Sammelräume, welche die Zugänge für eine ihrer Ausdehnung entsprechende Zeit aufnehmen können, so daß bei kleineren Reparaturen der Pumpen nicht sofortiges Versaufen der Baue und Störung der Förderung eintritt. Dieses gilt sowohl für die Sumpfstrecken im Schachttiefsten, als auch für diejenigen, welche auf oberen Bausohlen angebracht sind. Im letzteren Falle kann man obere Sätze nach ihrer Ausschaltung lidern, während die unteren weiter arbeiten.

Womöglich legt man die Sumpfstrecken in unbauwürdige Flötze mit

festem Nebengesteine, damit man bei tieferem Abbau das Wasser nicht hereinzieht. Mit dem Schachte verbindet man sie durch kurze Querschläge. Der Betrieb der Sumpfstrecken muß horizontal geführt werden, wenn man mit mehreren Schächten aus ihnen wältigen will; hat man indes nur einen Schacht, so giebt man der Sumpfstrecke von dem letzteren aus etwas Ansteigen. Sollten die Streckenstöße nicht überall genügende Festigkeit haben, so muß man sie von vornherein vermauern.

Da die Sumpfstrecke streichend, also parallel, und, wenn überhaupt in demselben Flötze, gewöhnlich 10 bis 12 m unterhalb der Sohlenstrecke (Grundstrecke) geführt wird, in welcher auch das Füllort liegt, so schafft man das beim Betriebe der Sumpfstrecke gewonnene Gebirge durch Diagonalen auf die Grundstrecke und erspart dadurch für die übrige Länge der ersteren das Tragewerk und die Förderbahn.

Eine fernere Regel für den Betrieb der in demselben Flötze aufgefahrenen Sumpfstrecken ist die, daß sie den Grundstrecken immer um etwa 100 m voraus sein sollen. Man erreicht dadurch in der Regel, daß die Kohle nicht allein in der Grundstrecke, sondern auch in der ganzen Abbauhöhe bis zur nächst oberen Sohle vollständig abgetrocknet ist.

Geht der Schacht tiefer hinab, so muß die Mündung des Sumpfstreckenquerschlages im Schachte mit einem Dämme verschlossen sein, damit sich die Sumpfstrecke selbst bis zur Firste mit Wasser füllen kann. Durch den Damm hindurch geht die Saugröhre des Pumpensatzes, mitunter auch die Ausgußröhre der nächst unteren Pumpe.

Da man ferner jederzeit über den Wasserstand in der Sumpfstrecke unterrichtet sein muß, um danach den Gang der Pumpen regeln, besonders um bei Druckpumpen ein Ansaugen von Luft verhüten zu können, hat man vor dem Damm ein mit dem Wasser hinter demselben in Verbindung stehendes Standrohr und in diesem einen Schwimmer angebracht, welcher im Maschinenhause einen Zeiger auf- oder niederbewegt.

Das Anbringen eines Vorsumpfes ¹⁾, aus welchem einerseits die Pumpe saugt, während andererseits in das Verbindungsrohr mit dem Hauptsumpfe ein durch einen Schwimmer bewegtes Ventil eingeschaltet ist, so daß der Zufluß selbstthätig reguliert wird, macht einen derartigen Wasserstandszeiger nicht entbehrlich, hat auch, wenn man den Damm vollständig schließt und die Saugröhre mittelst Krümmung hindurchführt, keine Wichtigkeit.

1) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 621.

Kapitel II.

Pumpenröhren.

§ 34. **Steigeröhren.** — Die Steigeröhren, bei Druckpumpen auch Druckröhren genannt, bestehen gewöhnlich aus Gußeisen, nur bei sehr hohen Sätzen aus Schmiedeeisen. Die Rohrstücke haben an beiden Enden Flantschen und werden nach eingelegter Dichtung zusammengeschraubt.

Unter den Flantschen befinden sich zur Verstärkung bisweilen Winkelstützen. Außerdem sind die Rohrstücke mit zwei Rippen versehen.

Die gußeisernen Röhren werden stehend gegossen, damit sich die Unreinigkeiten, Schlacken, Luftblasen u. s. w. im Aufguß ansammeln und keine Veranlassung zu Gußfehlern werden können.

Schmiedeeiserne Röhren werden gewöhnlich durch Vernieten von Blechen, ebenso wie Dampfkessel, hergestellt, dürfen dann aber wegen des Einbringens der Nietbolzen und des notwendigen Verstemmens im Innern der Röhren nicht unter 25 bis 30 cm Weite haben.

Gezogene und nach der Längsnaht geschweißte Röhren, wie sie in Staßfurt angewendet sind¹⁾, haben einen sehr hohen Preis.

Im allgemeinen leiden schmiedeeiserne Röhren mehr durch saure Wasser und haben überhaupt geringere Dauer; sie bedürfen aber bei gleicher Haltbarkeit geringerer Stärke, haben deshalb weniger Gewicht, sind bequemer zu handhaben und deshalb in Westfalen und Saarbrücken vielfach in Anwendung.

Auf Zeche Helene Tiefbau bei Witten²⁾ haben die schmiedeeisernen Steigeröhren eines 146 m hohen Drucksatzes 45 cm Durchmesser, 16 bis 20 mm Wandstärke und teils schmiedeeiserne Flantschen von 26 mm, teils gußeiserne von 63 mm Stärke. Das Gewicht des ganzen Satzes beträgt nur 52 500 kg.

Dagegen haben die 46 cm weiten gußeisernen Steigeröhren des 130 m hohen Drucksatzes der Zeche Zollverein im unteren Teile bei einem Drucke von 14 Atmosphären eine Wandstärke von 80 mm, welche aber nach oben in Abstufungen von 7 mm bis auf 26 mm abnimmt³⁾.

Steigeröhren aus Zinkblech in Verbindung mit einem eisernen Arbeitsrohre wurden ihrer Leichtigkeit wegen während der Senkmauerung auf Zeche Hansa bei Dortmund angewendet⁴⁾.

§ 35. **Weite der Steigeröhren**⁵⁾. — Die Weite d der Steigeröhren hängt

1) Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 154.

2) Ebenda. 1869. Bd. 17. S. 68.

3) Ebenda. S. 323.

4) Ebenda. 1860. Bd. 8 A. S. 183.

5) v. Hauer, a. a. B. S. 7.

von der Geschwindigkeit v ab, mit welcher sich die in der Sekunde aufsteigende Wassermenge M bewegt, und beträgt danach

$$d = \sqrt[4]{\frac{M}{\pi v}}.$$

Der Wert für v darf für einfach wirkende Pumpen 1 bis 1,5 m nicht übersteigen, weil sonst die lebendige Kraft des Wassers und somit auch die hydraulischen Stöße beim Hubwechsel größer werden. Danach ergibt sich der Wert für $d = 1,13\sqrt[4]{M}$ bis $0,92\sqrt[4]{M}$.

§ 36. **Länge und Wandstärke**¹⁾. — Die Länge der einzelnen Rohrstücke ist im allgemeinen möglichst groß zu nehmen, um die Zahl der Verbindungsstellen zu verringern, auf der anderen Seite darf das Gewicht der Röhren wegen der Beschwerden beim Einbauen nicht zu groß werden.

Gußeiserne Steigeröhren nimmt man:

bei	5 bis 10 cm Durchmesser	=	2,0 m lang,
-	10 - 24 -	-	= 3,0 -
-	24 - 32 -	-	= 3,5 -
	über 32 -	-	= 4,0 -

Die Länge der schmiedeeisernen Röhren schwankt zwischen 5 und 10 m, diejenige der gezogenen Röhren in Staßfurt (§ 34) beträgt 3 m.

Die Wandstärke ist unter der Voraussetzung abzuleiten, daß die Röhren längs einer der Achse parallelen Ebene zerreißen.

Bezeichnet q den Materialquerschnitt der Röhrenwand, δ die Wandstärke, d die Röhrenweite, H die Druckhöhe des Wassers, γ das Gewicht eines Kubikmeters Wassers = 1000 kg, S die zulässige Spannung bzw. Belastung des Materiales und F die Vertikalprojektion der Druckfläche, so ist

$$2qS = \gamma FH,$$

also für eine Rohrlänge = 1

$$2\delta \cdot 1 \cdot S = \gamma d \cdot 1 \cdot H,$$

$$\delta = \frac{\gamma d H}{2S}.$$

Nimmt man Meter und Kilogramm als Einheiten und bezeichnet n den Atmosphärendruck in Kilogramm für den Quadratmeter, so wird:

$$n = \frac{H\gamma}{10\,000}; \quad H\gamma = 10\,000n$$

und somit

$$\delta = \frac{10\,000nd}{2S}.$$

Praktisch brauchbare Werte giebt auch die Formel:

$$\delta = \delta_0 + \frac{\gamma d H}{2S}$$

oder

$$\delta = \delta_0 + \frac{10\,000nd}{2S},$$

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 8.

wenn für Gußeisenröhren eingesetzt wird

$$\delta_0' = 0,008 \text{ m}$$

$$S = 2\,500\,000 \text{ kg für 1 qm.}$$

δ_0 ist diejenige Wandstärke, welche ein Rohr haben müßte, selbst wenn der Wasserdruck verschwindend klein, d. h. $H = 0$ ist.

Nach oben hin kann die Wandstärke abnehmen, wie es bei dem Beispiele der Pumpe von Zeche Zollverein bereits erwähnt wurde (§ 34).

§ 37. **Verbindung der Steigeröhren.** — Die Verbindung der gußeisernen Steigeröhren geschieht durch Flantschen (Fig. 646, 647). Muffenverbindung würde zwar billiger sein, aber das Auswechseln einzelner Röhren ist umständlicher, weil der dabei erforderliche Eisenkitt zu fest hält. Die Flantschen müssen so breit sein, daß die Schraubenmuttern die Hohlkehle nicht berühren, mittelst welcher sich die Flantsche dem Rohre anschließt.

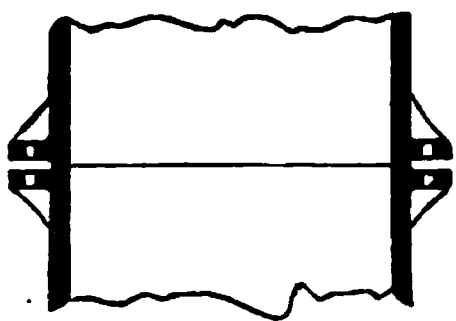


Fig. 646.

Verbindung gußeiserner Steigeröhren.

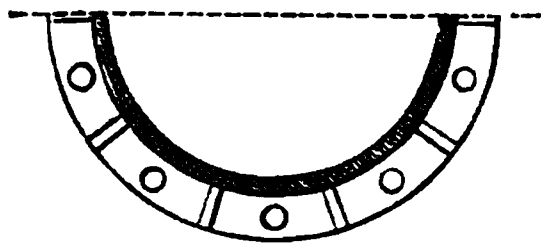


Fig. 647.



Fig. 648.

Verbindung schmiedeeiserner Steigeröhren.

Schmiedeeiserne Röhren werden in der Regel durch angenietete gußeiserne (Fig. 648), seltener durch schmiedeeiserne Flantschen verbunden, weil diese schwerer herzustellen sind.

§ 38. **Dichtungen.** — Als Material für die Dichtungen zwischen den Flantschen benutzt man Ringe von Blei, Kupfer und Kautschuk, sowie Hanf, Flanell und Rostkitt. Bei Anwendung von Bleiringen erhalten die Flantschen Vorsprünge, deren Breite der Rohrstärke entspricht; in dieselben sind 1 bis 2 mm weite Furchen eingedreht, welche sich beim Zusammenschrauben in das Blei einpressen (Fig. 649 und 650). Die Dicke der Bleiringe beträgt 2 bis 4,5 mm.

Diese Dichtung ist eine der besseren und kann auch bei hohem Drucke angewendet werden.

Dasselbe gilt für Hanf und Flanell, welche um Eisenringe gewickelt und mit Steinkohlenteer oder Mennigekitt getränkt werden.

Wegen ihrer Elastizität hat diese Dichtung vor derjenigen mit Bleiringen noch den Vorzug, daß sie auch dann noch ihren Zweck erfüllt, wenn die Röhren durch Wasserdruck oder sonstige Ursachen etwas auseinander gezogen werden und die Schrauben sich längen. Die Auflageflächen für den Hanf müssen abgedreht sein.

Für Röhren von größerem Durchmesser wendet man Ringe von vul-

kanisiertem Kautschuk mit eingelegten Leinwandstreifen an und legt sie, um das Herauspressen zu verhüten, in eine Vertiefung des einen Rohres, in welche eine Erhöhung des anderen paßt (Fig. 651).

Bei stärkstem Drucke liegt der Kautschukring auf der Mitte der Rohrstärke (Fig. 652).

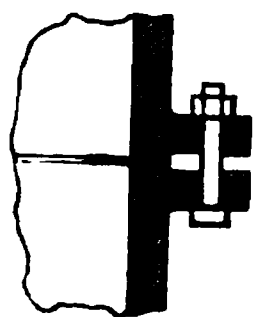


Fig. 649.
Dichtung der Flantschen mit Bleiringen.



Fig. 650.



Fig. 651. Fig. 652.
Flantschendichtung mit Kautschuk.



Fig. 653.
Flantschendichtung
mit Rostkitt.

Außer in Ringen wendet man den Kautschuk auch in Form von Schnüren an, welche in Rinnen eingelegt werden.

Seltener vorkommende Dichtungen sind Guttapercha- oder Kupferringe, welche wie Bleiringe angewendet werden, und Rostkitt. Der letztere wird in die 8 bis 12 mm großen Fugen zwischen den Flantschen eingestampft (Fig. 653).

§ 39. **Kolbenröhren.** — Die Kolbenröhren (Gossen, Pumpenstiefel, Arbeitsrohr, Pumpeylinder) bestehen in der Regel aus Gußeisen, nur bei sehr sauren Wassern hat man in Königsgrube (Oberschlesien) eine Kolbenröhre aus Metall angewendet, welche aber sehr teuer ist. Für die niederen Sätze im Rammelsberge hat man hölzerne gebohrte Kolbenröhren, welche höher stehenden Drucksätzen mit metallener Kolbenröhre zuheben.

Für Saug- und Hubpumpen sind die Kolbenröhren, um die Liderung des Kolbens zu schonen, ausgedreht. Die Länge ist nicht viel größer, als der Hub, weil sich an der nicht vom Kolben berührten Fläche Rost ansetzt, welcher das Herausziehen des Kolbens erschwert. Letzteres ist auch dann der Fall, wenn die Kolbenröhre nach längerem Gebrauche ausgeschliffen ist und man, um die Leistung der Pumpe nicht zu beeinträchtigen, die Kolbenliderung nach dem ausgeschliffenen Teile einrichten muß, in welchem Falle die Kolbenröhre zu erneuern ist.

Bei Druckpumpen werden die Kolbenröhren nicht ausgebohrt, weil der Kolben die Wandung derselben nicht berührt. Man erreicht damit noch den weiteren Vorteil, daß man die harte Gußhaut belassen kann.

Näheres über die innere Weite der Plungerröhren wurde bereits in § 8 erwähnt.

Die Länge wird derart bemessen, daß die Fangvorrichtungen (§ 65) eher aufsetzen müssen, als der Kolben.

Die Wandstärke nimmt man größer, als nach den Formeln für die

Steigeröhren (§ 36); für $d = 0,15$ bis 1 m und $n = 12$ ist dieselbe nach v. Hauer je nach Qualität des Gußeisens:

$$\delta = 0,004nd \times 0,02 \text{ bis } 0,005nd \times 0,02 \text{ m.}$$

Dabei darf n nicht unter 6 Atmosphären genommen werden.

Bei großem Durchmesser (die größten Druckpumpen, wie sie u. a. in Scharley [Oberschlesien], bei Eisleben und in Lintorf bei Düsseldorf stehen, haben 1 m bis $1,20$ m Plungerstärke) erhält die Kolbenröhre in Abständen, welche ungefähr ihrer Weite entsprechen, Verstärkungsrippen.

Am unteren Ende der Kolbenröhre befindet sich eine angegossene Grund- oder Fundamentplatte (Fig. 632), welche zugleich Ventilkasten und Steigeröhren stützt und mit ringförmigen Aufsätzen in die darauf stehenden Röhren eingreift. Nur bei sehr schweren Pumpen und geringem Hube ruht die Grundplatte ohne Schraubenbefestigung auf dem Pumpenlager.

Eine besondere Form der Grundplatte zeigt Fig. 654¹⁾.

Fig. 654. Grundplatte.

Am oberen Ende der Kolbenröhre ist zur Dichtung des Plungers eine Stopfbüchse angebracht, welche meistens mit Hanf, seltener mit Lederverpackung versehen ist. Der Hanf wird in Zöpfe geflochten, mit einem flüssigen Gemenge von Öl und Unschlitt getränkt, in den Napf der Stopfbüchse auf einen Messingring gelegt und durch Anziehen der Schrauben des Stopfbüchsendeckels zusammengepreßt. Am oberen Rande des letzteren befindet sich bisweilen eine Rinne zur Aufnahme von Öl und Wasser, welches sich nach oben durchdrängt. Durch Nachziehen der Schrauben wird mit fortschreitender Abnutzung die Dichtung erhalten, bis eine neue Verpackung notwendig wird.

§ 40. **Saugröhren.** — Die Saugröhren bestehen nur bei kleineren Pumpen aus gebohrten Holzröhren, sonst aus Eisen, seltener (beim Abteufen) aus Guttapercha, oder wie auf Zeche Hansa bei Dortmund für eine bei der Senkarbeit gebrauchte Pumpe, aus 26 cm weiten Röhren von Zinkblech.

Die Saugröhren sollen so groß genommen werden, daß das Wasser dem Kolben, bei nicht mehr als 1 m Geschwindigkeit desselben, nachfolgen kann. Bei geringer Kolbengeschwindigkeit und Saughöhe kann die Weite der Saugröhre bis auf die Hälfte des Kolbenquerschnittes reduziert werden, um den schädlichen Raum zu vermindern und um beim Anlassen der Pumpe rascher Wasser zu bekommen.

Ist der Motor ein Wasserrad, so giebt man hölzernen Saugröhren $\frac{2}{3}$, eisernen die Hälfte, bei rasch gehenden Wassersäulenmaschinen $\frac{3}{4}$, bei Dampfmaschinen $\frac{3}{4}$ vom Querschnitte des Kolbens

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. Fig. 440.

Die senkrechte Länge der Saugröhre, die Saughöhe, ist bei Saug- und Hubsätzen 4 bis 8 m, bei Druckpumpen geht sie bis auf 2 m herab; mitunter läßt man sogar das Wasser mit Überdruck in das Plungerrohr treten (Fig. 638). Damit die Pumpen keine Späne oder sonstige Unreinigkeiten einsaugen können, versieht man die untere Öffnung der Saugröhre mit einem Drahtgeflechte oder einem gußeisernen, durchlochten Saugkorbe von cylindrischer, kugel- oder birnförmiger Gestalt. Die letztere ist besonders bei Abteufpumpen (Kap. IX) zweckmäßig, weil die Spitze der Birne auch in kleineren Vertiefungen Platz findet und deshalb die Schachtsohle am vollständigsten trocken gehalten werden kann.

Die Löcher im Saugkorbe müssen zusammen etwas mehr Querschnitt haben, als die Saugröhre, weil sich leicht einige Löcher verstopfen. Es ist jedoch sorgfältig darauf zu achten, daß das letztere nicht bei zu vielen Löchern eintritt und daß die Pumpe nur aus geklärtem Wasser saugt. Die häufigen Brüche an den Ventilkästen sind wohl zum Teil dem Umstande zuzuschreiben, daß der Plunger beim Aufgange zu wenig Wasser ansaugen konnte, so daß eine Luftverdünnung im Plungerrohre eintrat. Der Niedergang erfolgt sodann mit beschleunigter Geschwindigkeit, der Kolben fällt mit einer derselben entsprechenden lebendigen Kraft in das Wasser hinein und wirkt mit derselben auf die Wände des unteren Ventilkastens (§ 9).

Bei Abteufen von Schächten mit fest eingebauten Pumpen ist es notwendig, daß die Saugröhre, entsprechend dem Vorrücken des Abteufens, allmählich verlängert werden kann. Zu diesem Zwecke besteht die Saugröhre aus zwei Teilen, einem engeren, mit dem Kolbenrohre verbundenen Degen und der Scheide oder dem Schläucher, welcher anfänglich den Degen vollständig umschließt und beim Abteufen allmählich von demselben abgezogen wird. Das Weitere wird bei den Abteufpumpen mit Schläucher (§ 100) spezieller besprochen werden.

§ 41. Schutz der Pumpenröhren gegen Zerstörung durch saure Wasser. — Die innere Wandung eiserner Pumpenröhren muß gegen Zerstörung durch saure Wasser geschützt werden. In den Cornwaller Gruben versah man die Röhren zu diesem Zwecke mit einer Ausfütterung von 1,5 cm starken Dauben aus geteertem Nadelholze, welche in radialen Fugen zusammenstoßen. Die innere Wandung der Röhren und schließlich die Ausfütterung selbst erhielten einen Teeranstrich. In Oberschlesien ¹⁾ und Sachsen ²⁾ fütterte man das Kolbenrohr mit einem 4 cm starken Metallcylinder aus, ließ dahinter einen Spielraum von 0,5 cm, vergoß denselben mit Pech, an den beiden Enden auf 8 cm Länge mit Zinn, und verstemmte das letztere sorgfältig. Die einander zugekehrten Wände des Kolbenrohres und die Ausfütterung sind rauh, damit die Dichtung besser haftet.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1847. S. 326. — v. Hauer, a. a. O. S. 49.

2) Sächs. Bergwerkszeitung. 1852. Jahrg. 4.

In Huelgoat wurden die Röhren einzeln mit Leinölfirnis, welcher beim Kochen mit Bleiglätte vermischt war, gefüllt und mit einer Pumpe so lange nachgedrückt, bis die Poren ausschwitzten¹⁾.

Das Überziehen der Röhren mit Emaille ist teuer und nützt nur bei sehr sorgfältiger Ausführung, weil sonst leicht einzelne Stellen abblättern.

Bernsteinlack hat sich auf Königsgrube in Oberschlesien nicht bewährt.

Am billigsten und nach den bisherigen Erfahrungen sehr zweckmäßig dürfte der zuerst von Engelhardt in Ibbenbüren²⁾, später auch auf Grube Heinitz bei Saarbrücken³⁾ angewendete Überzug von Zement sein. Die Röhren werden dabei zunächst mit Sandstein blank geschauert, sodann angefeuchtet und der dünn angemachte Zement mit einem Pinsel aufgetragen. Nachdem der erste Anstrich hart geworden ist, wird er ebenfalls befeuchtet und ein zweiter aufgetragen, was man 4 bis 5mal wiederholt. Die Arbeit darf weder bei großer Wärme noch bei Frost vorgenommen werden; am besten geschieht es in Kellerräumen.

Schmiedeeiserne Röhren erhalten nach Erhitzung bis 200° einen Anstrich von Teer oder Mennige mit Leinöl⁴⁾.

Kapitel III.

Kolben.

§ 42. **Allgemeines.** — Die Kolben sind entweder massiv oder durchbrochen und im letzteren Falle mit Ventilen, außerdem auch mit einer Linderung versehen. Die massiven Kolben kommen bei Druckpumpen und zweiachsigen Hubpumpen (Fig. 644, 645¹⁾, die durchbrochenen ausschließlich bei einachsigen Saug- und Hubpumpen vor.

a. Durchbrochene Kolben.

§ 43. **Scheibenkolben.** — Der Scheibenkolben (Fig. 655, 656) besteht aus einem Cylinder von hartem Holze, welcher der Länge nach mehrfach durchbohrt und dessen Durchmesser 3 bis 10 mm geringer ist, als derjenige des Kolbenrohres. Durch die mittlere Öffnung geht die Spindel der Kolbenstange (Zugstange), welche unten mit einer Flügelmutter festgeschraubt wird,

1) v. Hauer, a. a. O. S. 85.

2) Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 205.

3) Ebenda. 1876. Bd. 24. S. 154.

4) v. Hauer, a. a. O. S. 46.

während ein Bund auf dem Kolben eine runde Lederscheibe *l* festhält. Die letztere bildet die Liderung des Kolbens, d. h. sie dichtet beim Aufgange an der Wandung des Kolbenrohres ab, und verschließt gleichzeitig die Öffnungen des Kolbens, so daß das darauf stehende Wasser nicht zurückfließen kann. Beim Niedergange hebt sich die Scheibe und läßt das Wasser durch die Löcher hindurchtreten.

Die Scheibenkolben sind die unvollkommensten; mit frischer Liderung leisten sie allerdings viel, greifen aber das Gestänge und auch das Kolbenrohr sehr an. Hat sich dagegen die Lederscheibe etwas abgearbeitet, so gehen die Kolben wohl leichter, lidern aber unvollkommen ab und werden deshalb nur bei kleinen Pumpen verwendet, können jedoch auch hier zweckmäßig durch Kolben anderer Konstruktion, besonders durch Stulp- oder Sturzkolben ersetzt werden.

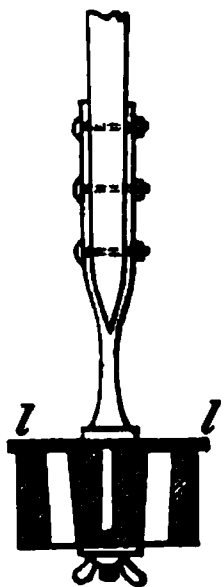


Fig. 655.

Scheibenkolben.

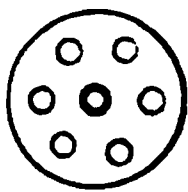


Fig. 656.

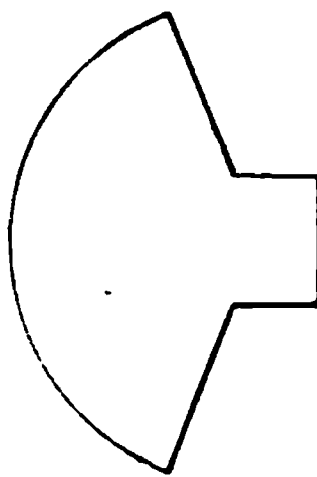


Fig. 657.

Beutelkolben.

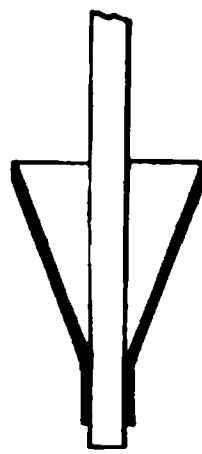


Fig. 658.

§ 44. Trichter- oder Beutelkolben. — Sehr einfach in der Konstruktion sind die bei den Beutelpumpen (§ 4) angewendeten Kolben ¹⁾. Aus Sohlleder schneidet man einen Sektor (Fig. 657), und näht denselben mit »Schusterdraht« (in Pech getränkter Bindfaden) in Trichterform zusammen. Damit der Beutel an der Naht nicht dicker wird, sind die Kanten abgeschrägt. Der fertige Beutel wird über das untere Ende der Kolbenstange geschoben und mit Nägeln, Eisendraht u. s. w. befestigt (Fig. 658).

Bei einer anderen Ausführung wird eine runde, dünne Lederscheibe im Mittelpunkte unten an der Kolbenstange festgenagelt und weiter oben an der Peripherie mit drei Riemen festgebunden.

Während ein solcher lederner Beutel lediglich für kleine Handpumpen brauchbar ist, hat man nach demselben Prinzip auf Grube Leopold in Westfalen ²⁾ und in Karling an der Mosel ³⁾ eiserne Trichterkolben angewendet. Dieselben sind mit der Spitze nach unten gekehrt und haben gitterförmig durchbrochene Wandungen, welche durch einen Trichter aus Leder oder

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 656.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 172.

³⁾ Allgem. B.- u. H. Zeitg. 1863. S. 221.

Guttapercha bedeckt werden. Derselbe ist an einer Stelle so aufgeschnitten, daß die Schnitttränder sich decken.

Ursprünglich ließ man den Trichter über den Kolbenrand vorstehen, so daß er, wie die Lederscheibe bei den Scheibenkolben, gleichzeitig zur Liderung und als Kolbenklappe diente¹⁾. Später hat man aber, weil der Rand sich leicht abarbeitete und dann der ganze Trichter ausgewechselt werden mußte, eine besondere Stulpliderung, auch wohl eine Ringliderung, am oberen Rande des Kolbens angebracht.

§ 45. **Stulpkolben.** — Kolben mit Stulp- oder Sturzliderung werden für Hub- und Saugpumpen vorwiegend angewendet. Dieselben bestehen aus einem durchbrochenen eisernen oder hölzernen und mit Eisen beschlagenen Kolbenkörper, den Kolbenventilen und der Liderung.

Einen in Westfalen vielfach gebrauchten Kolben zeigen Fig. 659, 660. Der eiserne Kolbenkörper *A* ist durch einen Steg *B* in zwei Abteilungen geteilt; durch den letzteren geht das Kolbenschwert *C* hindurch. Von unten wird über den Kolbenkörper der Stulp (Sturz, Manschette, Mütze) *D* gezogen und mit dem Ringe *E* befestigt, welcher seinerseits durch den unter dem Kolben hindurchgehenden Steg *F* mit Hilfe des Keiles *K* gehalten wird.

Die obere Fläche des Kolbens ist mit einer runden Lederscheibe bedeckt, welche zwischen zwei Eisenplatten liegt, so daß damit zwei Klappen gebildet werden, welche sich beim Niedergange des Kolbens öffnen. Damit sich die Klappen nicht zu weit öffnen können, liegt auf dem Kolben und der Lederscheibe, dieselbe in zwei Hälften teilend, der obere, unten abgerundete Steg *G*.

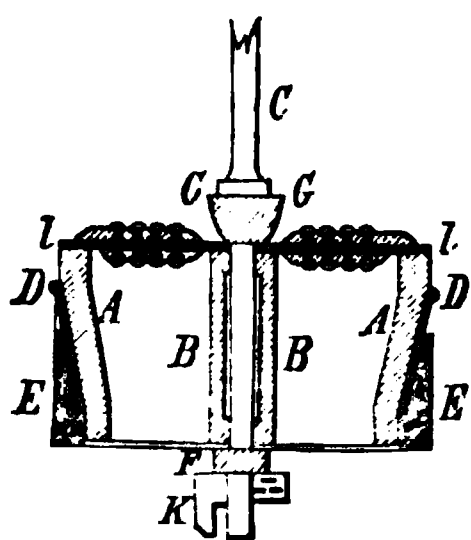


Fig. 659. (Schnitt nach *a b*.)

Kolben mit Stulpliderung.

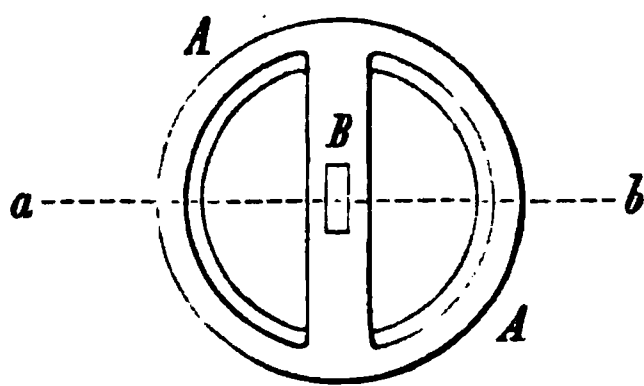


Fig. 660.

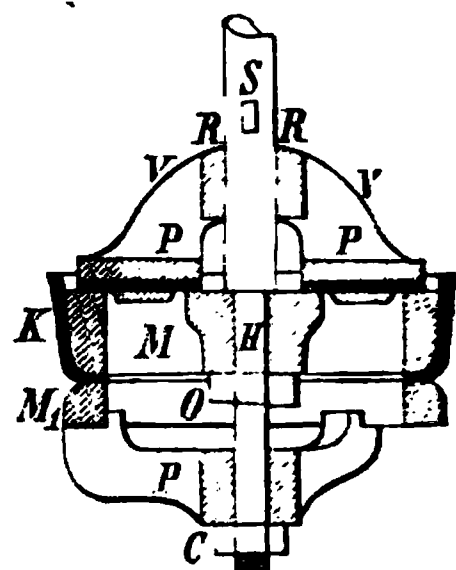


Fig. 661.

Stulpkolben mit Hubventil.

Einen andern Kolben mit Hubventil *V* zeigt Fig. 661²⁾. Das letztere ist in diesem Falle ein Tellerventil (§ 54), bestehend aus dem mit einer Lederscheibe versehenen Teller *P*, dem Führungsringe *R* und drei bis vier, zwischen beiden liegenden Rippen. Bei *S* ist eine Hubbegrenzung angebracht.

Der Kolbenkörper *M* ist mit Hilfe des Keiles *O* auf der Kolbenstange *H* befestigt und mit der gepreßten Ledermanschette *K* überzogen. Die letztere

1) Rittinger, Erfahrungen. 1854. S. 24; 1855. S. 24.

2) Deutsche bautechn. Taschenbibliothek von Ingenieur Jeep. Nr. 30. S. 29.

wird durch den Ring M' gehalten, welcher seinerseits durch den Ring P und die auf der Verlängerung der Kolbenstange befindliche Mutter C befestigt wird.

Der Stulp oder Sturz besteht aus Sohlleder, Guttapercha oder Kautschuk. Derselbe wird beim Aufgange vom Wasserdrucke an die Rohrwandung gepreßt und lidert dadurch ab.

Das Leder wird am meisten verwendet. Guttapercha¹⁾ ist teuer und wird leicht hart, soll sich aber nach Erfahrungen auf der Braunkohlengrube Löderburg (Provinz Sachsen) in sandigen Wassern gut bewähren²⁾. Vulkanisierter Kautschuk ist ebenfalls teuer, wurde aber in Österreich empfohlen³⁾.

Das Leder wird bei kleinen Pumpen nach älterem Verfahren an einen hölzernen Kolbenkörper angenagelt. Der letztere (Fig. 662 und 663) hat in der Mitte Löcher, welche durch eine Lederscheibe (Wörtelblatt) bedeckt werden. Der Sturz wird außerdem durch einen gußeisernen konischen Lidering (Fig. 664) gehalten, durch welchen die Spindel der Kolbenstange hin-

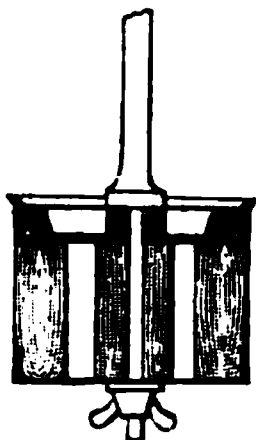


Fig. 662.
Stulpkolben für kleinere Pumpen.

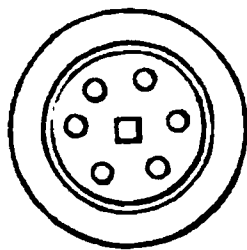


Fig. 663.

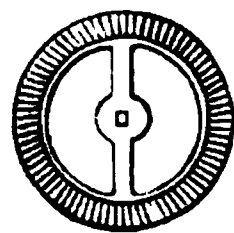


Fig. 664.
Liderring.

durchgeht und sich mit einem Bunde aufsetzt. Uuter dem Kolben wird die Spindel mit einer Flügelmutter festgeschraubt. Die Enden des Sturzes sind mit schrägem Schnitte zusammengelegt. Ist derselbe abgenutzt, so wird er etwas herausgezogen, dabei entsteht aber eine Lücke, welche durch aufgenagelte Abfälle (Schnitzen), deren Ränder ebenfalls schräg abgeschnitten werden, ausgefüllt wird. Dieses Verfahren gestattet ein sehr vollständiges Ausnutzen der Liderung, ist aber nur bei kleinen Pumpen und wenig Wasser anwendbar.

Die größeren Stulpe werden, nachdem sie in die richtige Form gepreßt sind, entweder zusammengenäht, oder durch Holzpflöcke verbunden; das letztere soll sich besonders bei sandigem Wasser bewährt haben⁴⁾.

§ 46. Kolben mit Ring- oder Rinnenliderung. — Ring- oder Rinnenliderung wird sowohl für Ventilkolben als auch für massive Kolben angewendet. Fig. 665 zeigt einen solchen, übrigens dem in Fig. 666 und 667

1) Preuß. Ztschr. 1876. Bd. 24. S. 153. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1878. Nr. 2. S. 20.

2) Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 155.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 234.

4) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 266.

dargestellten ganz gleichen Ventil- (durchbrochenen) Kolben. Die um denselben gelegte Liderung wird durch die schmiedeeisernen Ringe r und s (Fig. 665) mit Hilfe des in Fig. 659 bezeichneten Steges F , sowie des Keiles K zusammengepreßt und besteht aus Leder, Hanf, Leinwand, Filz, Holz, oder federnden Ringen aus Rotguß, Gußstahl u. s. w.

Bei Anwendung von Leder ist die Abnutzung geringer, als bei Stulp-liderung, weil dasselbe sich mit der Schnittfläche reibt; man muß jedoch dafür sorgen, daß über und hinter dem Lederringe etwas Spielraum bleibt. In diesem Falle kann das Wasser hinter die Liderung treten und dieselbe ausdehnen, so daß nicht allein eine vollständige Abdichtung, sondern auch Ausnutzung der Liderung erzielt wird. Läßt man den Spielraum nicht, so muß das Leder sowohl, als auch jedes andere unelastische Material nachgepreßt werden.

Auch Liderung von Holz hat sich in mehreren Fällen ¹⁾ bewährt. Das Holz ist in Form einzelner, nach dem Grundrisse (Fig. 667) ²⁾ schräg zusammengepreßter Segmente l an den Kolben gelegt und durch einen von unten aufgezogenen, schmiedeeisernen Ring r (Fig. 666), außerdem auch wohl durch Schrauben in Holzpflocken befestigt, welche in Bohrungen des Kolbenkörpers eingetrieben sind (Fig. 666). Auch Holzklötze, welche durch Federn nach außen gedrückt sind, werden erwähnt ³⁾.



Fig. 665.
Kolben mit Ring-
liderung.

,

Fig. 666.

Kolben mit Holzliderung.



Fig. 667.



Fig. 668.

Liderung aus Gußstahl.



Fig. 669.

Federnde Ringe aus Gußstahl ⁴⁾, Rotguß, Bronze und Phosphorbronze ⁵⁾ sind mehrfach angewendet. Dieselben werden an einem Ende so aufgeschnitten, daß auch bei Ausdehnung die Schnittflächen sich decken; dies wird entweder durch einfache Abschrägung oder wegen besserer Dichtung in der durch Fig. 668 und 669 dargestellten Weise erreicht.

Phosphorbronze wird besonders bei sauren Wassern empfohlen, während sich metallene Ringe überhaupt bei sandigem Wasser, in welchem Leder sehr schnell abgenutzt wird, bewährt haben.

Bei regelmäßigem Betriebe bieten derartige Liderungen aber keinerlei Vorteile, zumal sie ziemlich teuer sind.

1) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 12. S. 7.

2) v. Hauer, a. a. O. S. 109.

3) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1853. S. 413.

4) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 203.

5) Ebenda. 1877. Bd. 25. S. 231 u. 232.

Auf Königin Luisengrube bei Zabrze hat man die Kolben so eingerichtet, daß das Wasser hinter die Ringe tritt und sie gegen die Bohrwandung preßt (Kolben mit hydraulischer Liderung); man ist von dem Erfolge befriedigt.

§ 47. **Verschiebbare Kolben mit Ringliderung.** — Einen verschiebbaren Ventilkolben, welcher sich zum Heben schlammiger oder dickflüssiger Massen eignet, zeigt Fig. 670 ¹⁾.

Auf der Kolbenstange ist die mit schrägem Rande versehene Scheibe *A* befestigt, welche gegen den Ring des Kolbenkörpers *B* geschliffen ist. Der dargestellte Kolben ist mit Hanfliderung *l* versehen, welche durch den Ring *D* angezogen werden kann. Der Kolben schiebt sich beim Niedergange gegen den Bund *M*, läßt somit das Wasser hindurchtreten und nimmt beim Aufgange die gezeichnete Stellung ein.

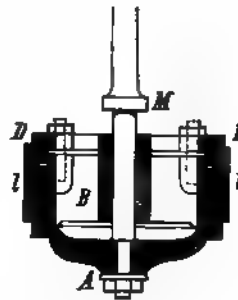


Fig. 670. Verschiebbarer Kolben mit Ringliderung.

b. Massive Kolben.

§ 48. **Massive Kolben mit Ledermanschetten.** — In Fig. 671 sind zwei Ledermanschetten *m* und *n*, die eine mit dem Stulp nach oben, die andere nach unten, um die Eisenscheiben *A* und *B* gelegt, zwischen denen noch eine dritte *c* eingeschaltet ist.

Eine andere Konstruktion zeigt Fig. 672. In ihr legt sich die Ledermanschette *B* um den hohl abgedrehten Kolbenkörper *A* und wird durch einen mit versenkten Schrauben befestigten Ring *C* gehalten.

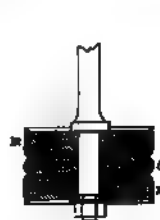


Fig. 671. Massive Kolben mit Ledermanschetten.



Fig. 672.

§ 49. **Massive Kolben mit**

Hanfliderung. — Als Beispiel eines Kolbens mit Hanfliderung kann Fig. 670 benutzt werden, nur muß man sich den Kolbenkörper massiv denken, so daß auch die Scheibe *A* in Wegfall kommt.

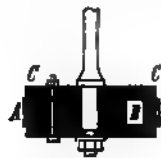


Fig. 673.

Fig. 674. Massiver Kolben mit Metallliderung.



Fig. 675.

§ 50. **Massive Kolben mit Metallliderung.** — Massive Kolben werden in

¹⁾ Bautechn. Taschenbibl. von Ingenieur Jeep. Nr. 30. S. 80.

derselben Weise mit Metallliderung versehen, wie Ventilkolben. In Fig. 673, 674, 675 (S. 607) ¹⁾ besteht die Liderung aus einem Messing- oder Rotgußringe *A*, welcher an einer Seite stärker, als an der anderen, und an ersterer Stelle aufgeschnitten ist. Um die Dichtung herzustellen, ist an dem Schnitte ein Metallstück *E* (Fig. 675, S. 607) eingesetzt und eingeschliffen. Hinter *A* liegt ein zweiter Ring *B* aus Stahl, beide werden durch den Deckel *C* mittelst Schrauben gehalten.

§ 51. **Plungerkolben.** — Die Plungerkolben werden für größere Druckpumpen in der Regel aus Gußeisen angefertigt, nur bei stark saurem Wasser hat man sie, wie auf Königsgrube (Oberschlesien) und im Rammelsberge bei Goslar, aus Kupferlegierung hergestellt. Auch hat man vorgeschlagen, in solchem Falle einen abgehobelten Stamm von Eichenholz zu verwenden.

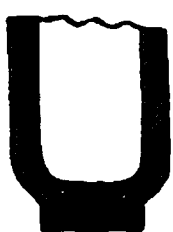


Fig. 676. Plunger mit verschraubtem Boden.

Bei mehr als 40 cm Durchmesser wird der Plunger hohl angefertigt und glatt abgedreht. Am unteren Ende ist er geschlossen, entweder schon beim Gusse, oder durch eine Schraube (Fig. 676), oder endlich durch einen Einsatz, welcher mit Holzbrettern und Keilen gedichtet ist.

Im ersteren Falle ist der Plunger am unteren Ende gewöhnlich rund, um den Stoß beim Eintritte in das Wasser zu mildern, seltener kegelförmig.

Was die Dimensionen der Plunger anbetrifft, so steigt ihr Durchmesser auf 4 m und darüber (Scharley, Eisleben, Lintorf), ihre Länge, entsprechend der Hubhöhe, auf 3 bis 4 m.

Kapitel IV.

Ventile²⁾.

§ 52. **Allgemeines.** — Die Ventile, welche zum Abschlusse und zur Verdichtung der Saug- und Druck- oder Steigeröhren dienen und dem entsprechend Saugventile, bezw. Druck- und Hubventile genannt werden, sind: Klappen-, Teller, Kegel-, Kugelventile, mehrsitzige Ventile u. s. w.

Für die Konstruktion eines Ventiles gelten folgende allgemeine Grundsätze³⁾:

1. Dasselbe soll dicht schließen, die Fläche der Unterlage muß daher glatt bearbeitet sein und wird meist an einem besonderen Teile, dem

1) Jeep, a. a. O. S. 24.

2) Neuere Konstruktion von Pumpenventilen in Österr. Zeitschr. 1887. S. 32.

3) v. Hauer, a. a. O. S. 13.

Ventilkörper, angebracht, welcher zur Vornahme etwaiger Reparaturen leicht ausgewechselt werden kann.

2. Das Ventil soll leicht aufgehen und muß zu dem Zwecke eine möglichst kleine Aufschlagfläche haben. Wegen der letzteren ist die obere Ventilfläche größer als die untere, mithin braucht man — einen vollkommen hermetischen Verschuß vorausgesetzt — für die Quadrateinheit der unteren Fläche eine der Differenz der Quadrateinheiten beider Flächen entsprechende größere Kraft, um das Ventil zu heben. Ist der nach unten wirkende Widerstand überwunden, dann begegnen sich beide Kräfte mit einem Stoße, welcher möglichst zu vermeiden ist.

3. Das Ventil soll den Wasserstrom ohne Verengung, Teilung und Richtungsveränderung hindurchgehen lassen.

4. Das Ventil soll sich rasch schließen. Da dieses die Folge von dem in den Hubpausen eintretenden Zurückfallen des Wassers ist, so nimmt das letztere eine gewisse Beschleunigung an und entweicht zum teil durch das Ventil (Ventilverlust). Schließt sich nun endlich das letztere, was bei zu großem Ventilaufgange immer mit heftigem Schlagen verbunden ist, so entsteht wiederum ein Stoß, welcher um so stärker ausfällt, je größer die Beschleunigung des niederfallenden Wassers war. Diese Übelstände sind zu vermeiden, wenn das Ventil bei genügend großem Durchgange für das Wasser (derselbe darf nicht kleiner, als der Querschnitt der angrenzenden Saug- oder Steigeröhren sein) sich möglichst wenig hebt.

5. Das Ventil soll behufs Ausführung von Reparaturen leicht zugänglich sein.

§ 53. **Kegelventile.** — Eine Scheibe *A* (Fig. 677) bildet nach unten einen abgestumpften Kegel und trifft mit ihrer Mantelfläche auf eine ebenso geformte Fläche des Ringes *C*, welcher den Ventilsitz bildet. Unter der Scheibe befinden sich bei kleineren Pumpen drei, bei größeren vier Flügel *B* (Fig. 677, 678), welche als Führung dienen. Der auf der Scheibe sitzende Ansatz *D* trifft beim Aufgange gegen irgend eine Vorrichtung, wodurch die Hubbegrenzung erreicht wird. Der dadurch entstehende ringförmige Raum muß so groß sein, als der Querschnitt des Ventilsitzes *C*. Ist daher der Hub des Ventiles gleich *a* und der Durchmesser des Sitzes gleich *d*, so muß sein

$$a d \pi = \frac{d^2 \pi}{4}, \text{ also } a = \frac{d}{4}.$$

Ebenso darf aber, wenn eine Zunahme an Geschwindigkeit auch dann nicht eintreten soll, wenn das Wasser durch das Ventil gegangen ist, die Weite des Rohres, in welchem dieses angebracht ist, unter ein gewisses Minimalmaß nicht herab kommen. Nennt man den Durchmesser dieses Rohres

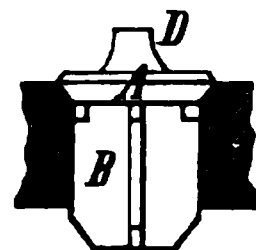


Fig. 677.


Fig. 678.
Kegelventile.

D (Fig. 679) und den größten Durchmesser der oberen Ventilscheibe d' , so muß sein

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d'^2) = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ oder } D = \sqrt{d^2 + d'^2}.$$

Andere Führungen und Hubbegrenzungen zeigen Fig. 680, 681 und 682.

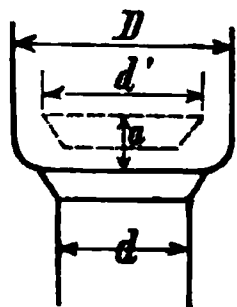


Fig. 679.
Durchgangsöffnung.

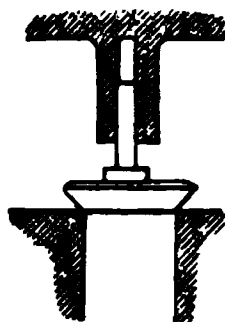


Fig. 680.

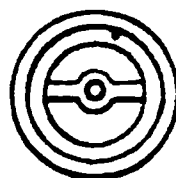


Fig. 681.

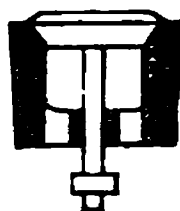


Fig. 682.

Hubbegrenzung der Kegelventile.

Bei unreinem Wasser sind Kegelventile ihres breiten Sitzes wegen nicht zweckmäßig, weil sich auf diesem die Unreinigkeiten auflegen und die Dichtung verhindern. Man hat deshalb für solche Fälle sogenannte Muschelventile angefertigt (Fig. 683), welche sich nur auf eine scharfe Kante des Ventilsitzes auflegen.

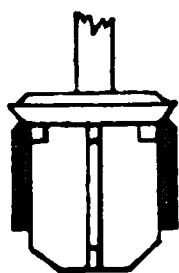


Fig. 683.
Muschelventil.

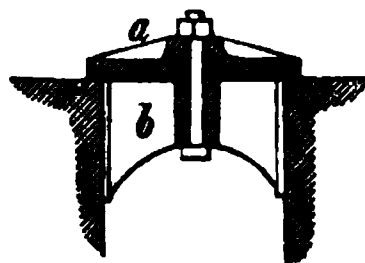


Fig. 684.

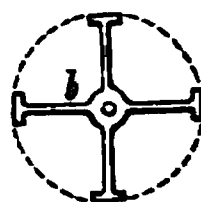


Fig. 685.

Tellerventil.

§ 54. **Tellerventile.** — Die Tellerventile (Fig. 684, 685) haben eine gerade Aufschlagfläche und sind in Österreich viel in Gebrauch¹⁾. Sie bestehen aus einer Lederscheibe, welche zwischen der Gußeisenplatte a und dem meist messingenen Führungsstücke b , dessen untere Ansicht Fig. 685 darstellt, eingeklemmt ist.

Solche Tellerventile können von einem Durchmesser bis 50 cm angewendet werden; über diese Grenze hinaus ergibt sich der Hub zu groß, wenn der ringförmige Durchgang gleich dem Querschnitte der Zuführungsröhre sein soll. Die Tellerventile haben mit den Kegelventilen den Vorteil gemeinsam, daß ein reparaturbedürftiger Teil, das Gelenk der Klappenventile, wegfällt, dagegen lenken sie den Wasserstrom mehr ab und eignen sich wegen der nötigen Hubbegrenzung nicht zum Herausziehen durch das Steigerohr.

§ 55. **Kugelventile.** — Kugelventile sind, abgesehen von unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen (§ 96), bei Bergwerkspumpen wenig in Gebrauch. Das Ventil A (Fig. 686) besteht aus einer genau abgedrehten Metallkugel,

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 30.

oder aus einer Gummikugel, welche mit Blei ausgefüllt ist. Das zur Führung dienende Gehäuse *B* ist für den Wasserdurchgang durchbrochen und oben mit einem Deckel verschlossen, welcher zur Hubbegrenzung dient.

§ 56. **Klappenventile.** — Das Material für die Klappenventile, welche bei Bergwerkspumpen am meisten in Anwendung stehen, ist Leder, Metall, Guttapercha, oder Gummi. Metall wird am seltensten benutzt, weil es keine raschen und leicht ausführbaren Reparaturen gestattet.

Lederklappen sind von jedem Arbeiter zu reparieren, auch in saurem, schlammigem und salzigem Wasser brauchbar und am billigsten.

Klappen aus Gummi empfehlen sich ihrer Elastizität wegen besonders für schlammiges und sandiges Wasser, weil sie, selbst wenn Unreinigkeiten auf dem Ventilsitze liegen, noch dicht schließen.

Um bei einer Klappe den nötigen Durchgangsraum zu erhalten, muß dieselbe einen mittleren Hub $a = \frac{d_o}{4}$ (Fig. 687) haben. Es ist aber auch $a = \frac{d_o}{2} \sin \alpha$, wenn α der Winkel ist, um welchen die Klappe gehoben wird. Man hat daher die Gleichung: $\frac{d_o}{4} = \frac{d_o}{2} \sin \alpha$ und daraus: $\sin \alpha = 0,5$, also $\alpha = 30^\circ$.

Der Raum über der Klappe wird durch dieselbe verengt und zwar um die horizontale Projektion der Klappe, welche elliptisch ist und die beiden Durchmesser d und $d \cos \alpha$ hat. Es ist also die Fläche dieser Projektion $\frac{d^2 \cos \alpha \pi}{4}$ und muß demnach der Durchmesser D wenigstens so groß genommen werden, als es sich aus der Gleichung $\frac{D^2 \pi}{4} = \frac{d^2 \cos \alpha \pi}{4} + \frac{d_o^2 \pi}{4}$ ergibt, also $D = \sqrt{d^2 \cos \alpha + d_o^2}$.

Die Klappenventile werden mit einer, zwei und mehr Klappen angewendet. Am einfachsten sind die Klappen (Thürel) bei niederen Sätzen mit hölzernen Saugröhren. Eine Lederscheibe ist oben und unten mit Eisenplatten versehen (Fig. 688, 689, S. 610) und wird auf der Saugröhre festgenagelt. Durch das im unteren Pumpenstöckel (Fig. 612) befindliche, mit einem Spunde s verschlossene Spundloch kann man an das Thürel gelangen.

Für größere Pumpen sind zweiklappige Ventile von der in den Fig. 690, 691 und 692 (S. 610) ersichtlichen Form in Gebrauch. Der gußeiserne Ventilkörper *A* befindet sich mit einer Dichtung im Ventilgehäuse *M* und ist durch den Steg *G* in zwei Abteilungen geteilt. Auf dem Ventilkörper liegt eine runde Lederscheibe, welche auf jeder Seite der Brücke *K* zwischen je zwei Eisen-

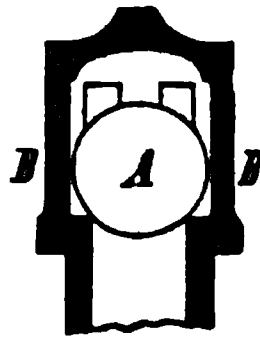


Fig. 686.
Kugelventil.

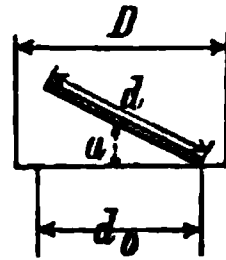


Fig. 687.
Durchgangsöffnung für
ein Klappenventil.

platten *D* und *E* eingeschlossen ist. Zur Befestigung der Brücke *K*, welche gleichzeitig die Hubbegrenzung bildet, dienen die Hakenschrauben *H*.

Weil bei diesen Ventilen der Wasserstrom sich teilen muß und abgelenkt wird, so hat man in Westfalen vielfach die in Fig. 693 dargestellte Konstruktion angewendet, bei welcher die Klappen schräg liegen und ihre Drehachse an der Peripherie haben.

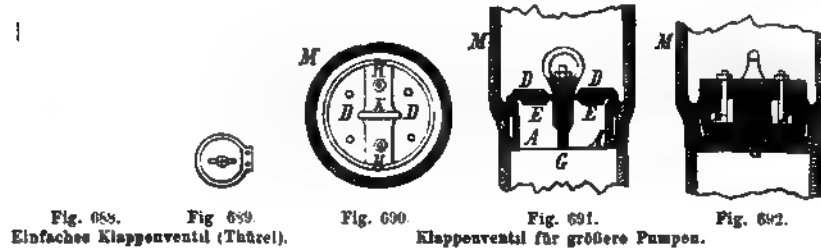


Fig. 688. Fig. 689.
Einfaches Klappenventil (Thürel).

Fig. 690. Fig. 691.
Klappenventil für größere Pumpen.

Fig. 692.

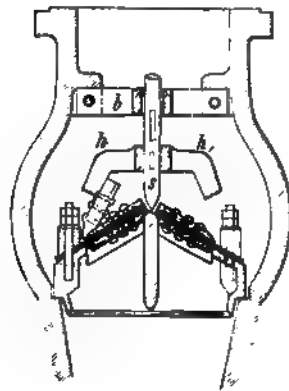


Fig. 693. Dachförmiges Ventil mit zwei Klappen.

Damit der Ventilkörper nicht gehoben werden kann, steht auf dem Mittelstege desselben die Spindel *s*. Dieselbe geht oben durch eine im Ventilkasten befestigte Brücke *b* und trägt zur Hubbegrenzung die beiden Hörner *h* und *h*.

Zum Zwecke der Auswechslung des Ventiles muß diese Befestigung nach Öffnung des Ventilkastens gelöst werden, weshalb auch hier ein Herausziehen des Ventiles aus der Steigeröhre nicht möglich ist.

Bei sehr großen Pumpen hat man bis zu sechs Klappen angewendet. Dabei bildet der Ventilsitz eine abgestumpfte sechsseitige Pyramide mit entsprechenden Teilungsrippen, auf deren Oberfläche die Drehungsachsen für die

Ventile angebracht sind. Da aber mit der Zahl der Ventile auch die Reparaturen zunehmen, so sind derartige Ventile unzweckmäßig und besser durch mehrsitzige zu ersetzen.

§ 57. **Doppelsitzventile**¹⁾. — Bei Doppelsitzventilen findet das Durchströmen des Wassers an zwei Stellen statt, sie erfordern deshalb eine geringe Hubhöhe, schließen sich rasch und vermindern dadurch die Stöße. Dagegen haben sie ein größeres Gewicht und sind teurer als Klappenventile.

Man wendet sie am zweckmäßigsten bei schnell gehenden rotierenden Maschinen (§ 94) an, weil bei ihnen rasches Öffnen und Schließen besonders vorteilhaft ist und das Schwungrad die zum Öffnen des Ventiles erforderliche

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 32.

Supplementarkraft (§ 62) ausübt. Fig. 694 zeigt ein von Thomaczek konstruiertes Doppelsitzventil¹⁾.

Die Ventilplatte p ist unten mit Leder bedeckt, welches durch 12 kupferne Schraubenbolzen mit messingenen Muttern festgehalten wird.

Mit der Platte p steht durch Rippen die Hülse h in Verbindung, welche sich an der Spindel b führt und bei c eine Hubbegrenzung findet. Nach dem Anheben des Ventiles tritt das Wasser in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung hindurch.

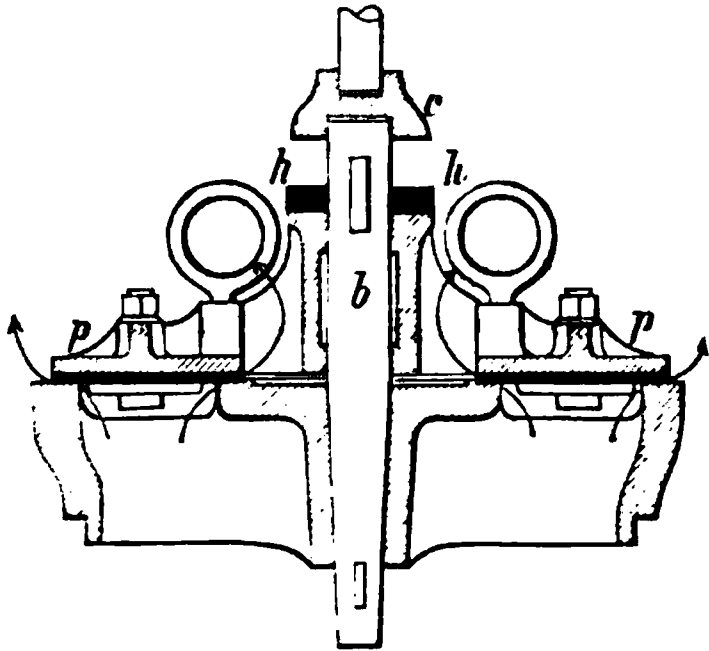


Fig. 694.
Doppelsitzventil von Thomaczek.

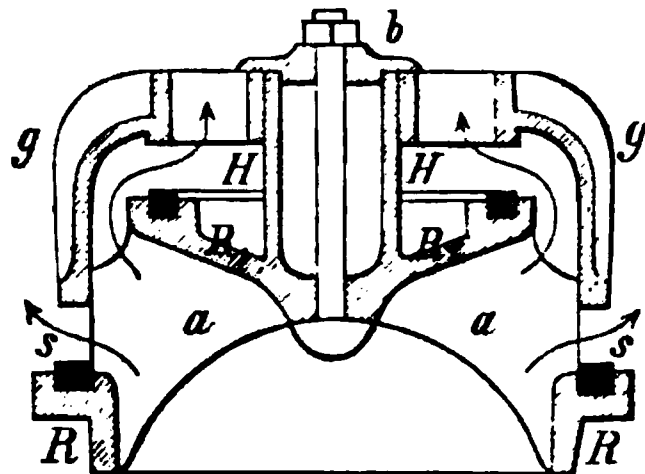


Fig. 695.
Glockenventil.

Gebräuchlicher, als diese im Prinzip einfachen Ventile, sind die Hauben- oder Glockenventile²⁾. In Fig. 695 sind R und R_1 feststehende ringförmige Ventilkörper, welche man durch Rippen a verbunden hat. In beiden sind Spuren eingedreht, welche mit Ringen s von Pockholz, aufrechtstehenden Lederstreifen und dergl. ausgefüllt sind. Die letzteren bilden die Sitze oder Aufschlagflächen einer Glocke g , welche sich im unteren Teile an den Rippen a , im oberen an

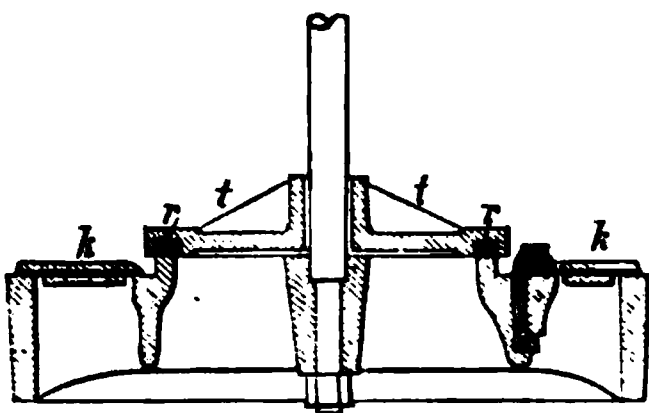


Fig. 696.
Kombiniertes Klappen- und Tellerventil.

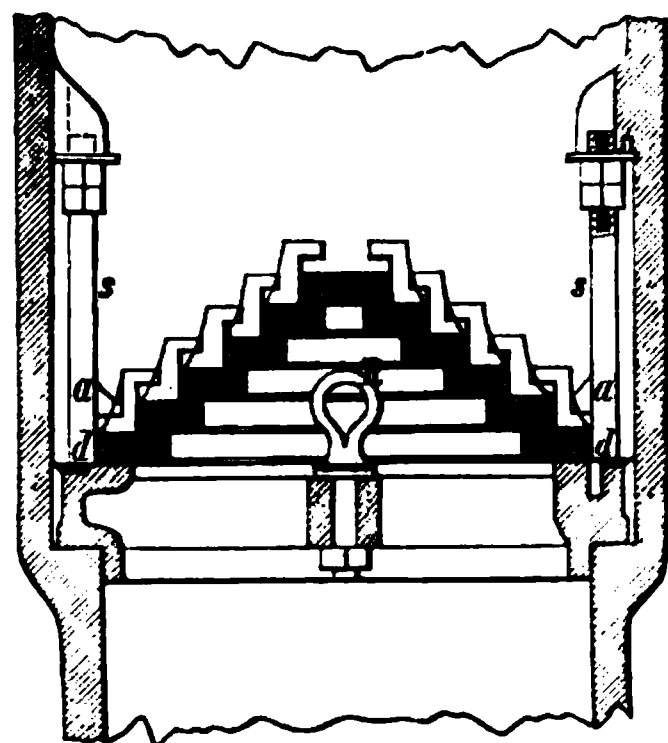


Fig. 697.
Etagenförmiges Ringventil.

der Hülse H führt und bei b eine Hubbegrenzung findet. Das Wasser nimmt die durch die Pfeile angedeuteten Wege.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 445. ²⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 35. — Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 12. S. 20; 1875. Bd. 23. S. 64, 65; 1876. Bd. 24. S. 153.

Glockenventile haben vor den einfachen Doppelsitzventilen die Vorteile, daß die Differenz zwischen oberer und unterer Ventilfläche nicht größer als bei einfachen Ventilen ist und daß sie eine bessere Führung haben; sie sind aber andererseits komplizierter und, da sie gewöhnlich aus Metall bestehen, teurer als jene. In Westfalen hat man außerdem die Erfahrung gemacht, daß sie bei unreinem Wasser ungenügend schließen, und sich rascher abnutzen als Lederklappen, dabei aber bei einer 47 cm weiten Pumpe der Zeche Concordia 1044 Mk. kosteten, während der Preis für ein zweiklappiges Ventil nur 153 Mk. betragen haben würde ¹⁾.

§ 58. **Kombination von Klappen- und Tellerventilen** ²⁾. — Am Schmidt-schachte in Scharley wurde bei großen Dimensionen die durch Fig. 696, S. 611 dargestellte Konstruktion in Anwendung gebracht ³⁾. Die Mitte des Ventilsitzes deckt ein Tellerventil t , welches einen Dichtungsring r von Guttapercha hat. Am Rande liegen sechs Klappen k , deren Befestigungsweise an der rechten Seite der Figur angedeutet ist.

§ 59. **Pyramiden- oder Etagenventile** ⁴⁾. — Dieselben bestehen aus mehreren übereinander liegenden Ringen, deren oberster mit einem Deckel verschlossen ist.

Ein solches von Hoffmann ⁵⁾ ausgeführtes etagenförmiges Ringventil zeigt Fig. 697, S. 611.

Die Ringe desselben bestehen aus Schmiedeeisen und sind unten mit Leder bekleidet. Jeder derselben erhält seine Führung und Hubbegrenzung durch je vier, am nächst unteren Ringe befestigte Haken, von denen drei angenietet sind, während einer festgeschraubt ist, um das Auswechseln der Ringe zu erleichtern. Der unterste derselben stößt gegen Vorsprünge a , welche an den vier Stangen s angebracht sind. Damit das Ausheben des Ventiles, welches am Ringe R geschieht, nicht durch Ansammlung von Sand und Schlamm erschwert werde, ist noch die Dichtung d angebracht, welche gleichfalls durch die Stangen s niedergehalten wird.

Ein derartiges Ventil wurde an Stelle eines solchen mit sechs Klappen für den 1,20 m weiten Rittingersatz auf Grube Friedrichsglück bei Lintorf gesetzt und hat sich sehr gut bewährt.

Nach v. Hauer ⁶⁾ erforderte ein solches Ventil von 0,785 m Durchmesser erst nach einer Betriebsdauer von 58 Wochen neues Leder, das Metall zeigte sich wenig abgenutzt.

Auch bei den Pumpen unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen, also für kleinere Durchmesser, wendet man die Etagenringventile mit Vorteil an, so u. a. auf Zeche Präsident, Schacht II, wo die Pumpe einen ausgezeichnet

1) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 572.

2) v. Hauer, a. a. O. S. 39.

3) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 12. S. 18.

4) v. Hauer, a. a. O. S. 39. — Zeitschr. deutsch. Ingen. Bd. 30. S. 935.

5) Zeitschr. deutscher Ingen. Bd. 15. S. 184.

6) a. a. O. S. 42.

ruhigen Gang hat und sehr regelmäßig ausgießt, so daß diese Ventile bei rasch gehenden Pumpen den Glockenventilen um so mehr vorzuziehen sein dürften, als sie billiger sind.

Um die rasche Zerstörung gußeiserner Etagen- (Ring-) Ventile durch saure Wasser zu vermeiden, hat man nach dem Vorschlage des Bergrat Schollmeyer in Dortmund bei der Gewerkschaft Gottessegen derartige Ventile aus Hartblei angewendet. Dieselben haben einen Druck von 40 m Wassersäule längere Zeit ausgehalten, ohne sich zu verbiegen, und hat man sie deshalb auch in einen 100 m hohen Drucksatz versuchsweise eingebaut. Der Durchmesser der Ventile beträgt 32 bzw. 45 cm. Der Preis für das kleinere Ventil stellte sich auf 45,90 Mk., für das Drucksatzventil (143 kg à 0,68 Mk.) auf 97,24 Mk. In Gußeisen würde das letztere allerdings nur 60 Mk. gekostet haben, wobei indes zu berücksichtigen ist, daß der Wert des Bleies derselbe bleibt, während das Eisen, abgesehen von der schnellen Zerstörung (nach 8 bis 10 Tagen) als altes Material nur geringen Wert hat.

§ 60. **Verschiedene andere Ventilarten.** — Außer den vorhin beschriebenen, für Bergwerkspumpen vielfach angewendeten und bewährten Ventilen giebt es noch eine ganze Reihe anderer Konstruktionen, welche zum teil Vorschläge geblieben sind.

Es sind in dieser Beziehung besonders die elastischen Ventile zu erwähnen, welche u. a. von Hosking und Kley¹⁾ konstruiert wurden. Das nach dem Hosking'schen Kiemenventile²⁾ von Hrábak vorgeschlagene hat mehrere Stufen (Fig. 698), welche, wie Fig. 699 im Grundrisse zeigt, gitterähnlich durchbrochen sind. Auf jeder Etage liegt ein Kautschukring, welcher an der inneren Peripherie mittels aufgelegten Eisenringes und Schrauben befestigt ist.

Diese Ventile soll der Wasserdruck zuerst an ihrer Aufschlagfläche etwas öffnen und damit den Druck über und unter dem Ventile schon vor dem vollständigen Öffnen ausgleichen, so daß die Hebung des Ventiles auch bei großer Aufschlagfläche leicht und ohne hydraulischen Stoß erfolgt³⁾. Die Ventile haben aber u. a. den Nachteil, daß bei hohem Drucke das elastische Material in die Öffnungen gepreßt wird.

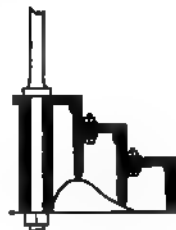


Fig. 698.

Hrábak's elastisches Ventil.

Fig. 699.

¹⁾ Kley, Die Wasserhebmascinen des Altenberges. Stuttgart 1863. S. 60 — v. Hauer, a. a. O. S. 43.

²⁾ Ebenda. S. 42.

³⁾ v. Hauer, Hüttenwesenmaschinen. 4. Aufl. S. 66. — Hrábak, Jahrb. der k. k. Bergakademieen. 1874. Bd. 19. S. 364.

Bei einem anderen hierher gehörigen Ventile von Field in London ¹⁾ werden zwei starke Kautschukringe vom Ventilkörper derart gehalten, daß bei geschlossenem Zustande die Ränder der Ringe zusammenliegen und durch den Druck des Kolbens auseinander gedrängt werden.

Das Pumpenventil von Holman ²⁾ besteht aus einem cylindrischen, oben geschlossenen, in den Wänden siebförmig durchbrochenen Ventilgehäuse, um welches dicht übereinander sechs Kautschukringe gezogen sind. Bei Druck von innen dehnen sich dieselben aus und lassen das Wasser hindurch, um sich sofort wieder zu schließen.

Auf ähnlichem Prinzipie beruht das oben erwähnte Ventil von Kley.

Kapitel V.

G e s t ä n g e.

§ 61. **Allgemeines.** — Gestänge sind diejenigen Vorrichtungen, mit denen die Bewegung der Kraftmaschine auf die Pumpe übertragen wird. Gewöhnlich ist diese Übertragung eine steife und erfordert Führungen zur Innehaltung der geradlinigen Bewegung, sowie Fangvorrichtungen, welche bei Gestängebrüchen funktionieren sollen, und endlich Vorrichtungen zur Begrenzung des Hubes.

In die vorstehende Erklärung der Gestänge paßt aber auch die Übertragung durch Wasser (hydraulische Gestänge), Luft und Drahtseile.

Für steife Gestänge verwendet man Holz, Schmiedeeisen und Stahl. Die Bewegungsrichtung derselben ist vertikal, tonnläufig und horizontal.

Die Gestänge sollen womöglich nur durch Zug nach einer oder beiden Richtungen in Anspruch genommen werden, weil abwechselndes Ziehen und Drücken sehr schädlich auf die Verbindungsstellen einwirkt.

Da die Gestänge auch ihr Eigengewicht zu tragen haben, so müssen sie oben stärker sein, als unten. Bei Druckpumpen sollen die Gestänge genügendes Gewicht besitzen, um sich entweder mit Hilfe dieses Gewichtes allein oder mit Nachhilfe der Kraftmaschine abwärts zu bewegen und das Wasser hoch zu drücken. Daraus resultiert meistens ein für die absolute Festigkeit zu großer Querschnitt.

Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man dem Gestänge nur den für absolute Festigkeit genügenden Querschnitt giebt und das erforderliche Druckgewicht auf den Plunger packt.

¹⁾ Dingler's polyt. Journal. Bd. 198. S. 278. — Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 16. S. 29.

²⁾ Dingler's polyt. Journ. Bd. 193. S. 119. — Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 379.

§ 62. Widerstand des Druckpumpengestänges beim Niedergange. —

Das niedergehende Gestänge hat bei Druckpumpen das Wasser in den Steigeröhren empor zu drücken und dabei außer der Reibung in den Führungen, in den Stopfbüchsen und in der Maschine, sowie derjenigen des Wassers in der Steigeröhre, zunächst denjenigen Widerstand zu überwinden, welchen das Druckventil dem Öffnen entgegensetzt und welcher dadurch entsteht, daß wegen der Überdeckung (nach Reuleaux $s = 0,004 + \sqrt{0,002r}$ Meter) die obere Ventilfläche größer als die untere ist, mithin der Druck pro Quadeinheit von unten größer sein muß, als derjenige der Wasserlast von oben.

Nach Versuchen hat sich indes ergeben, daß ein absolut dichter Schluß der Ventile (vergl. § 52. 1) nur bei sehr genau gearbeiteten Ventilen und ganz reinem Wasser stattfindet, wie es selten zu gebote steht. Sobald sich aber Sand oder Schlamm zwischen die Aufschlagflächen setzt, wird sich auch die Spannung über und unter dem Ventile mehr oder weniger ausgleichen.

Aus diesem Grunde soll man auch von vornherein das Gestängengewicht — genügenden Querschnitt für die absolute Festigkeit vorausgesetzt — eher zu klein, als zu groß nehmen und nötigenfalls das fehlende Gewicht durch Belastung des Plungers gewinnen (§ 61).

Dieses Übergewicht (Supplementargewicht) muß um so größer sein, je schneller das Wasser in den Steigeröhren sich bewegen soll. Von der Tiefe des Schachtes, bzw. der ganzen Förderhöhe scheint es weniger abzuhängen, was darauf hindeutet, daß das Öffnen der Ventile in mehreren übereinander stehenden Drucksätzen nach und nach erfolgt und zwar dasjenige des oberen Ventiles zuerst.

Hrábak¹⁾ und Bochkolz²⁾ erklären dies dadurch, daß das Gestänge sich beim Aufgange dehnt und daß beim Niedergange die oberen Gestängeteile zuerst aufsetzen.

§ 63. Holzgestänge. — Bei kleineren Pumpen hat man meistens Gestänge aus Tannenholz, bei größeren im oberen Schachtteile Eichenholz, wenn die Verhältnisse ein rasches Faulen befürchten lassen.

Die Stangen sollen aus gesundem, geradfaserigem und astfreiem Holze bestehen; sie erhalten Längen von 10 bis 18 m bei Tannenholz, und von 6 bis 10 m bei Eichenholz.

Zweckmäßig ist das Abhobeln der Gestänge, damit das Wasser besser abläuft.

Die Verbindung der einzelnen Stangen muß genügende Festigkeit besitzen, um sich beim Ziehen nicht zu längen.

Eine der ältesten Gestängeverbindungen (»Gestängeschlösser«), wie sie noch bei den niedrigen Sätzen am Harz angewendet wird, zeigt Fig. 700, S. 616.

1) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1872. Bd. 16. S. 1.

2) Ebenda. 1873. Bd. 17. S. 1. — v. Hauer, a. a. O. S. 138.

Die ovalen Stangen sind an der schmalen Seite verzahnt und werden durch übergetriebene Ringe und Schrauben zusammengehalten.

Bei schweren Pumpen werden quadratische Stangen angewendet, welche entweder gleichfalls durch gezahnte Überblattung, oder mit einfachem Stoße, in beiden Fällen aber mit hölzernen oder eisernen Laschen, sowie mit Schrauben verbunden werden. Die gezahnte Überblattung war früher allgemein verbreitet, weil sie sich, wie es die Kunststangen in den Harzer Schächten beweisen, durch Haltbarkeit auszeichneten¹⁾. Werden aber bei Druckpumpen des Gewichtes wegen durchgehende Laschen in der Breite des Gestänges angewendet, welche an und für sich schon genügende absolute Festigkeit haben, dann ist allerdings eine Verzahnung unnötig.

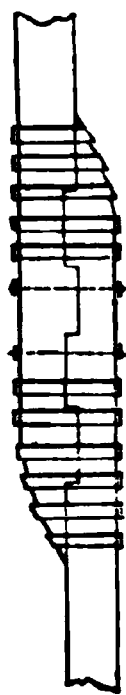


Fig. 700.
Gestängeschloß.

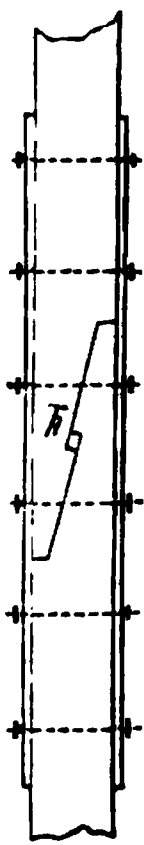


Fig. 701.
Gestängeschloß mit schräger
Verzahnung.



Fig. 702.

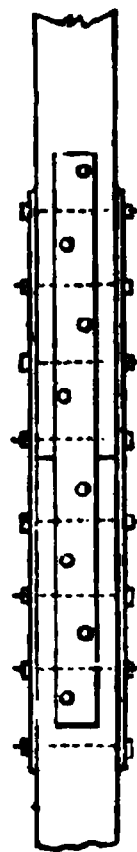


Fig. 703.



Fig. 704.
Gestängeschloß mit
geradem Stoße.



Fig. 705.
Verkämmung
doppelter
Kunststangen.

Ein Gestängeschloß mit schräger Verzahnung zeigen Fig. 701, 702. Der Schloßkeil *k* soll der Verbindung die nötige Steifigkeit geben und einer Lockerung der Verbindung vorbeugen; er darf aber nicht zu stark getrieben werden, damit er das Holz nicht absprengt.

Da jedoch eine derartige schräge Verzahnung die Festigkeit der Verbindung in keiner Weise erhöht, so wendet man neuerdings vorwiegend Gestängeschlösser mit geradem Stoße und eisernen Laschen auf allen vier Seiten an (Fig. 703, 704). Die Schrauben je zweier Laschen müssen sich in gleichen Abständen überkreuzen und diejenigen derselben Reihe dürfen nicht senkrecht untereinander liegen, um das Holz nicht zu spalten. Auch legt

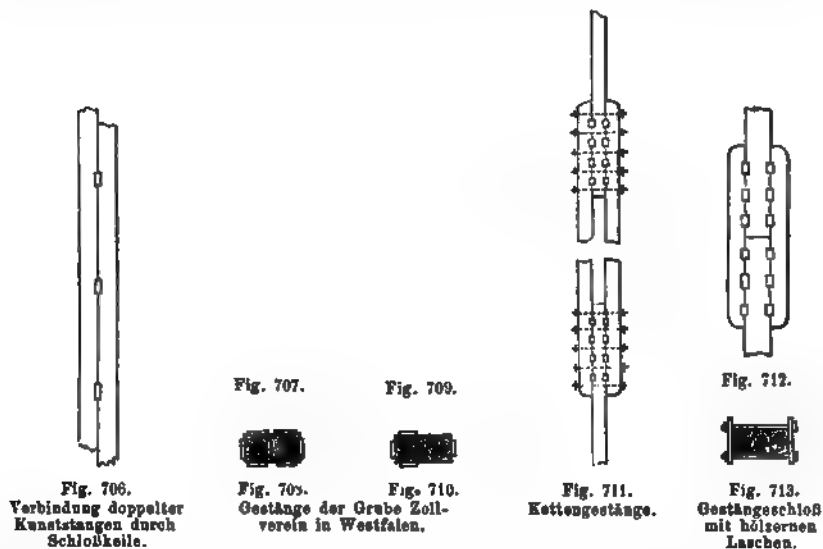
¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 187.

man die Schraubenköpfe abwechselnd auf die eine und die andere Seite, weil dabei die Laschen gleichmäßiger angepreßt werden.

Diese Verbindung ist zweckmäßiger, als diejenige mit nur zwei Laschen, weil die sich kreuzenden Schrauben dem Aufspalten mehr entgegenwirken.

Der Querschnitt der Stangen ist immer quadratisch, weil dabei die runde Form der Holzstämme am besten ausgenutzt wird.

Besteht ein Gestänge aus doppelten Kunststangen, so werden diese entweder verzahnt (verkämmt), wie in Fig. 703, oder sie erhalten lediglich Schloßkeile (Fig. 706), und beide außerdem Laschen und Schrauben, oder die Verbindung geschieht ebenso, wie bei einfachen Stangen mit geradem Stöße, wobei jedoch zu unterscheiden ist, ob die Stöße beider Stangen neben-



einander liegen, oder, was zweckmäßiger erscheint, ob sie auf der Mitte der Nachbarstange wechseln (Fig. 707—710). Die letztere Konstruktion hat das Gestänge der Grube Zollverein in Westfalen¹⁾.

An dieser Stelle sind auch die Kettengestänge zu erwähnen, welche abwechselnd aus einer und zwei Kunststangen bestehen (Fig. 711).

Bei der Kley'schen Maschine am Altenberge²⁾ sind die Zwischenräume mit Holz ausgefüllt, so daß der Querschnitt drei nebeneinander liegende Hölzer zeigt.

Endlich giebt es noch ein Gestängeschloß für einfache Stangen mit hölzernen Laschen, welches man da anwenden kann, wo das Holzgestänge eines Drucksatzes schon genügendes Übergewicht besitzt. Die Stangenenden stoßen stumpf zusammen und über den Wechsel sind zwei hölzerne Laschen gelegt

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 4. S. 492. Taf. VIII.

²⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 499.

(Fig. 712), welche aber in der Regel nicht mit durchgesteckten Schrauben, sondern in der durch Fig. 713 dargestellten Weise verbunden werden ¹⁾).

Bei der gemischten Konstruktion von Holz und Eisen, bei welcher die breiten Decklaschen auf zwei Seiten die ganze Länge des Gestänges überdecken, werden beide Materialien, lediglich um das nötige Übergewicht zu bekommen, so stark gewählt, daß jedes für sich allein genügende Haltbarkeit besitzt. Man ist deshalb jetzt mehr zu den ganz eisernen Gestängen übergegangen, welche in den Verbindungen der einzelnen Teile zuverlässiger sind. Als Beispiele für die gemischte Konstruktion sind u. a. die Pumpengestänge auf den Zechen Bonifazius, Zollverein, Konstantin und Hibernia zu nennen. Auf letzterer Grube sind ebenso wie in North-Seaton bei Newcastle ²⁾ nur zwei Laschen oder Deckschienen angewendet, unmittelbar an jedem Schraubenbolzen aber noch ein eiserner runder Querbolzen durch das Holz getrieben.

Auf Zeche Bonifazius beträgt das Gewicht des eichenen Gestänges für das Meter rund 500 kg (sonst in Westfalen durchschnittlich 250 kg), bei einem Preise von 400 Mk.

Auf Zollverein ist jede der beiden Stangen (Fig. 707—710) 160/160 mm stark; die seitlichen durchgehenden Deckschienen sind 26 mm stark, 156 mm breit und an den Wechsellagen noch von Schienen überdeckt, welche bei gleicher Breite 33 mm Stärke und 372 cm Länge haben.

§ 64. **Geradführung der Holzgestänge.** — Die Geradführung der Holzgestänge geschieht in tonnlägigen Schächten am besten durch eiserne Rollen und zwar durch Tragerollen, welche unter, und Wehrrollen, welche neben dem Gestänge angebracht sind und das Gestänge vom Schachtstoße abzuwehren haben.

In beiden Fällen ist das Gestänge zur Schonung mit Gleitschienen aus hartem Holze versehen, welche nach erfolgter Abnutzung ausgewechselt werden.

In seigeren Schächten und bei quadratischem Gestänge geschieht die Führung durch hölzerne Rahmen (Lehrlager), welche, wie die Pumpenträger, aus zwei kurzen Querlagern bestehen (Fig. 714, 715). In runden, gemauerten Schächten findet man auch häufig die Führung Fig. 716 und 717, bei welcher nur ein Längslager angebracht ist. Auch in diesen Fällen sind die Gestänge durch hölzerne Gleitschienen geschützt.

Um die rasche Abnutzung der letzteren zu vermeiden, wendet man Schmiere und auch eiserne Gleitschienen an, denen man zweckmäßig eine dreieckige Form giebt (Fig. 718), während in den Führungslagern entsprechend geformte Legeisen angebracht sind.

§ 65. **Fangvorrichtungen und Fanglager.** — Um ein abgerissenes Gestänge aufzufangen, bringt man in gewissen Entfernungen (60 bis 80 m) Fang-

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 187.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 57.

vorrichtungen an den Holzgestängen an, welche sich auf Fanglager stützen. Die ersteren sind entweder Fangfrösche oder Fangketten.

Fangfrösche sind Holzklötze, welche auf beiden Seiten eines hölzernen Gestänges in der durch Fig. 719 dargestellten Weise angebracht werden. Bei hölzernen Gestängen, welche mit Deckschienen versehen sind, kommen auch gußeiserne Fangfrösche vor (Fig. 720); diese sind aber wegen der Sprödigkeit des Gußeisens nicht zu empfehlen.

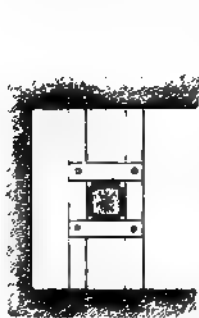


Fig. 714.

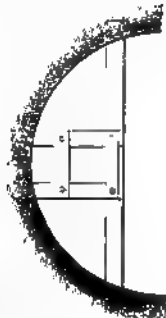


Fig. 716.

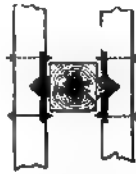
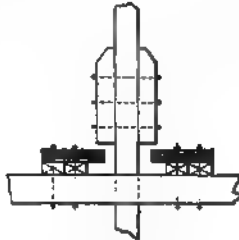
Fig. 718.
Pumpengestänge mit
eisernen Gleitschienen.Fig. 720.
Pumpengestänge mit
gußeisernen Fangfröschen.

Fig. 715.

Lehrlager.
Fig. 717.Fig. 719.
Pumpengestänge mit
hölzernen Fangfröschen.Fig. 721.
Fanglager mit
Prellfedern.

Die Fanglager sind entweder so konstruiert, wie die Führungslager, und haben nur entsprechend größere Stärke, oder sie sind, um den Stoß beim Fangen zu mildern, mit Prellfedern versehen (Fig. 719 und 721). Die letzteren sind Bretter von 2 bis 3 cm Stärke mit Zwischenstücken an den Enden; sie werden nacheinander zerbrochen, wodurch die lebendige Kraft des fallenden Gestänges allmählich vermindert wird.

Ferner hat man elastische Körper (alte Hanfseile, Kork u. s. w.) auf die Fanglager gelegt, oder Gummipuffer angebracht, wie auf Elisabethgrube bei Miechowitz (Oberschlesien) ¹⁾.

Die Fangketten sind bei älteren Künsten entweder so angebracht, daß je eine Kette mit dem unteren Ende am Gestänge befestigt und mit dem oberen um gut befestigte Lager geschlungen ist, so daß die Kette am Ende des Niederganges nahezu straff gespannt ist, oder es steht jede der Ketten

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 57.

mit einem Ende eines starken Wagebalkens in Verbindung. Da aber die Länge des letzteren größer ist, als die Entfernung der Gestänge, so werden diese in der Nähe des Wagebalkens zu sehr auseinander gezogen. Deshalb wendet man in neuerer Zeit mehr die, auch bei den Fahrkünsten (V. Abschnitt, § 13) erwähnten Fangscheiben an, deren Durchmesser der Entfernung der Gestänge entspricht und über welche die Ketten gelegt werden.

§ 66. **Verbindung des Gestänges mit dem Kolben**¹⁾. — Die Verbindung der hölzernen Gestänge mit dem Kolben bzw. mit der Kolbenstange geschieht bei niederen Sätzen gewöhnlich durch sogenannte Stangenhaken *a* (Fig. 722), welche mit dem Gestänge *g* verschraubt sind und auf welche die Kolbenstange *b* gesteckt wird.

Bei schweren Pumpen wendet man gußeiserne Krumse (Fig. 723, 724 und 725) an, die untere Platte des Krumses *p* in Fig. 725 bildet gleichzeitig den Deckel des Mönchskolbens.

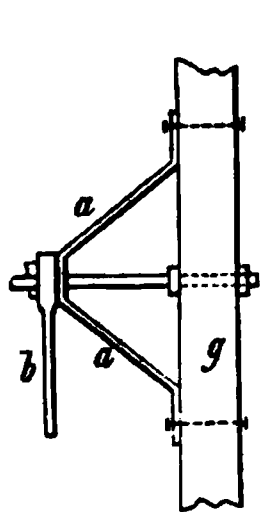


Fig. 722.
Gestänge mit Stangenhaken.

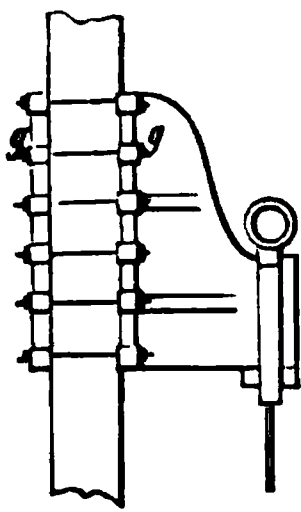


Fig. 723.

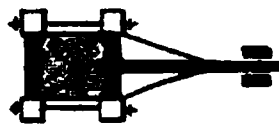


Fig. 724.
Krumse.

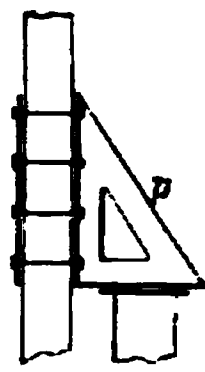


Fig. 725.

In Fig. 723 sind *g* zwei Eisenplatten; die eine hat Verstärkungsrippen, welche in das Holz greifen, während dieselben an der anderen Platte nur äußerlich angebracht sind.

Bei Druckpumpen üben diese Krumse einen einseitigen Druck in der Stopfbüchse aus, weshalb man die Achsen der Mönchskolben jetzt immer in diejenige des Hauptgestänges legt, was bei Gestängen, welche noch mit tiefer stehenden Druckpumpen verbunden sind, in der Regel durch Übergabelung oder durch Scherenstücke geschieht.

Fig. 726 zeigt als Beispiel die Übergabelung bei der Druckpumpe auf Zeche Zollverein²⁾. Der Plunger *A* ist am oberen Ende mit dem gußeisernen Kopfstücke *J* versehen, welches durch die am unteren Ende in Schrauben endigenden Schienen *h* mit einer Verbreiterung des Gestänges verbunden ist. Auf beiden Seiten des Kopfstückes *J* gehen starke Eisenschienen (Scherenstücke) *H* herab, welche zusammen die absolute Festigkeit des Gestänges haben und unter dem Drucksatze wiederum ein Kopfstück *J'* zwischen sich fassen; letzteres ist mit dem unteren Gestänge *S* in derselben Weise ver-

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 193.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 192.

bunden, wie das Kopfstück *J* mit dem oberen. Gleichzeitig kann an solchen Übergabelungen am bequemsten eine Verjüngung des unteren Gestänges vorgenommen werden.

Auf Grube Centrum bei Eschweiler¹⁾ hat man zwei Gestänge so weit auseinander gelegt, daß Plunger und Drucksatz zwischen ihnen Platz haben.

Der Plunger ist an vier Zwischenstücken befestigt, welche zwischen dem Gestänge eingeschaltet sind (Fig. 727).

Die Verbindung des Gestänges mit dem untersten Plunger kann dabei unter Fortlassung des Scherenstückes in derselben Weise wie in Fig. 726 geschehen. Eine andere Befestigungsweise für ein Gestänge mit Deckschienen zeigt Fig. 728. An den Deckel *d* des Plungers *P* schließt sich mittels Rippen ein gußeiserner Kasten *k*, mit welchem die Deckschienen *s* durch Keile verbunden sind.

Bei kleineren Druckpumpen kann man das Gestänge unten abrunden und durch den unten und oben offenen Plunger stecken (Fig. 729)²⁾. Oben erfolgt die Befestigung durch zwei sich kreuzende Bolzen *b* und *b*, unten durch Verkeilung.

H

§ 67. **Eiserne Gestänge.** — Das eiserne Rohrgestänge der Rittingerpumpen und seine Verbindung wurden bereits in § 13 erwähnt. Die anderen, ge-

Fig. 726.
Übergabelung auf Zeche
Zollverein.

Fig. 727.
Übergabelung auf Zeche
Centrum bei Eschweiler.

Fig. 728.
Plungerbefestigung.



brauchten, massiven eisernen Gestänge sind entweder solche, welche nur auf Zug, und zwar in der Regel abwechselnd nach beiden Seiten hin, — oder auf Zug und Druck in Anspruch genommen werden. Die ersteren sind die Gestänge bei allen Hub- und solchen Druckpumpen, bei denen das

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8 A. S. 483.

²⁾ Bull. de la soc. de l'ind. minér. 1858, 59. t. 4. p. 454.

nötige Übergewicht auf den Plunger gebracht ist. In beiden Fällen zieht die Maschine das Gestänge in die Höhe, während das Niederziehen entweder durch das Eigengewicht allein, oder durch das unten angebrachte Übergewicht erfolgt, so daß das Gestänge sich nach Art eines gespannten Seiles hin und her bewegt (§ 70).

Bei den meisten Druckpumpen wird das Gestänge auf Zug und Druck in Anspruch genommen, indem die Maschine das Aufziehen besorgt, während entweder das Gestängegewicht allein oder unter Nachhilfe der Maschine das Wasser im Druckrohre emporschafft. Da sich der drückenden Kraft hierbei erheblichere Widerstände entgegen stellen, als bei dem Niedergange der Hubpumpengestänge, so zerknicken die unteren Gestängeteile der Druckpumpe leicht und müssen daher stark genug konstruiert sein.

§ 68. **Eisengestänge für Zug** ¹⁾. — Eiserne Gestänge, welche allein auf Zug in Anspruch genommen werden, können rund, quadratisch oder rechteckig sein. Die Länge der Schienen ist bis 10 und 12 m. Die Verbindungen führen die Namen Schlösser oder Gestängeschlösser, wie bei den hölzernen Gestängen.

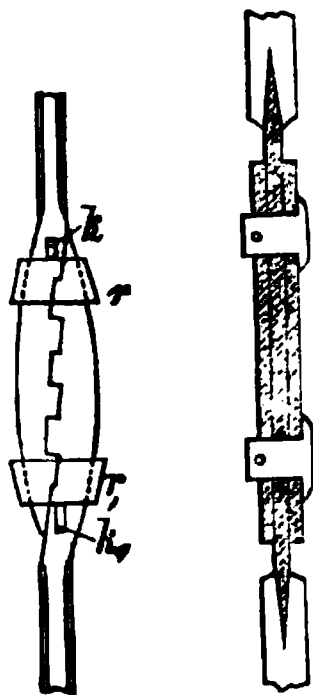


Fig. 730. Fig. 731.
Gestängeschlösser.

Eine für runde und quadratische Stangen sehr häufig gebrauchte Verbindung mit Zahnschloß zeigt Fig. 730. Übergeschobene Ringe rr , welche durch Keile kk , gehalten werden, bilden die Befestigung des Schlosses.

Auf Adalbertschacht in Příbram sind in die Enden der aufgespaltenen Rundeisenstangen Platten eingeschweißt, welche durch übergelegte Laschen und Keile verbunden sind (Fig. 734).

Bei einer anderen Verbindung werden die Enden der runden Stangen mit einem Bunde versehen und dieser mit zwei Muffenhälften überdeckt, welche entweder zusammengeschraubt werden, wie in Fig. 732 und 733, oder, wenn die Muffe eine konische Form hat, durch einen warm aufgezogenen schmiedeeisernen Ring zusammengehalten (Fig. 734).

Bei allen diesen Verbindungen können die Gestänge-Enden nicht gegen einander festgezogen werden. Bei starkem Zuge ist dies aber wegen Beseitigung der Lockerung vorteilhaft und hat man deshalb bei schweren Pumpen und 14 bis 15 cm starken eisernen oder stählernen Rundgestängen die Schlösser Fig. 735 und 736 ²⁾ vorgezogen. Bei diesen sind die schmiedeeisernen Muffenhälften zickzackförmig zusammengelegt und werden durch zwei Zugkeile ineinander gepreßt. In Fig. 737 und 738 ³⁾ be-

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 214.

²⁾ Zeitschr. deutscher Ingen. 1878. Heft 4. S. 44.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 400; 1876. Bd. 24. S. 456.

rühren sich die Muffenhälften $m m'$ in geraden Flächen, sind aber außen konisch und werden durch zwei Ringe $r r$, und vier Schraubenbolzen s verbunden. Der Zugkeil K treibt die Gestänge-Enden fest gegen die Absätze im Innern der Muffe.

Gestänge aus Flacheisen bestehen bei kleinen Pumpen aus einem Stücke und werden am einfachsten in der durch Fig. 731 dargestellten Weise verbunden. Bei größeren Pumpen, wie an den durch Wassersäulenmaschinen betriebenen zu Huelgoat in Frankreich, im Silbersegener Richtschachte bei

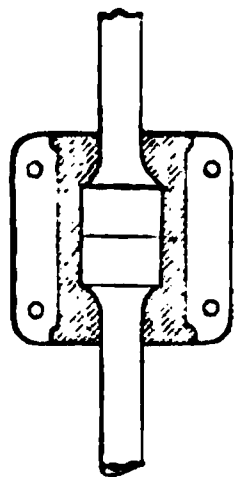


Fig. 732.

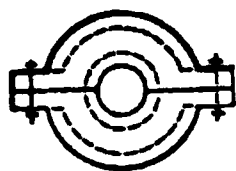


Fig. 733.

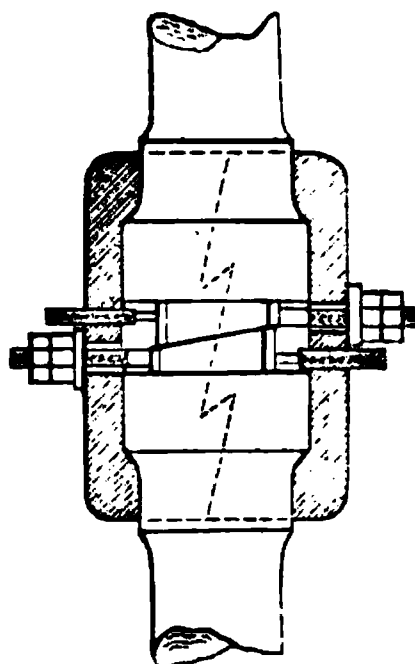


Fig. 735.

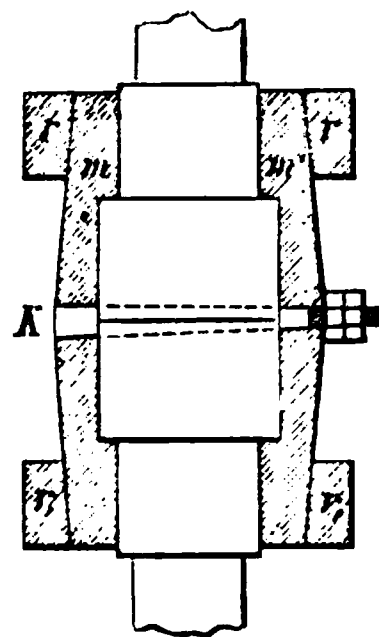


Fig. 737.

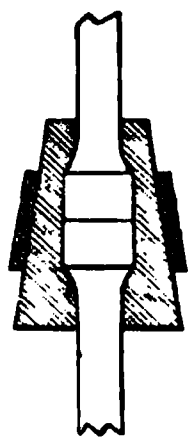


Fig. 734.

Muffenverbindung für
Gestänge von geringer Stärke.

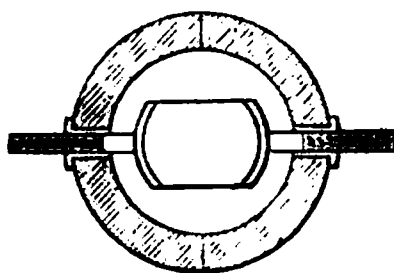


Fig. 736.

Muffenverbindung für starke Gestänge.

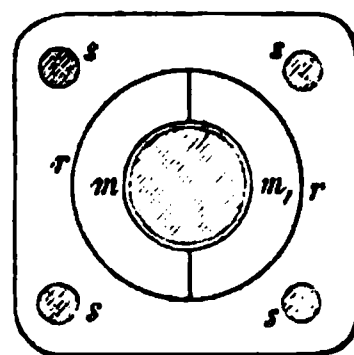


Fig. 739.

Clausthal und bei der älteren Fahrkunst in Příbram¹⁾, ist das Gestänge entweder in derselben Weise zusammengesetzt, wie ein hölzernes Kettengestänge (Fig. 744, S. 647), so daß beispielsweise in jedem Querschnitte vier Schienen nebeneinander liegen, oder es wechseln vier und fünf oder drei und vier u. s. w. Schienen ab, wie in Fig. 739, S. 624.

In Rüdersdorf²⁾ bei Berlin ist das nur auf Zug in Anspruch genommene Gestänge aus zwei Stangen von \sqsubset -Eisen (Fig. 740, 741) hergestellt, welche

1) v. Hauer, a. a. O. S. 249.

2) Hörmann, Die Wasserhebemaschinen. — v. Hauer, a. a. O. S. 220.

in etwa 0,5 m Abstand parallel nebeneinander fortlaufen. Die Gestänge fassen zwischen sich einen Rahmen, welcher bei einer kleineren Pumpe durch Schrauben allein, bei einer größeren durch Gegenkeile und Schrauben einerseits mit dem Gestänge, andererseits mit dem Mönchskolben verbunden ist.

Andere Doppelgestänge sind bei Charleroi¹⁾ und in Kladno²⁾ in Anwendung.

In Scharley (Oberschlesien) hat Freudenberg³⁾ ein I-förmiges gußeisernes Gestänge mit angelegten schmiedeeisernen Flachschienen versehen. Die letzteren sollen den Zug beim Aufgange aushalten, während das Gußeisen als Belastung dient.

Runde gußstählerne Gestänge sind auf den Zechen Prosper bei Borbeck, Nachtigall Tiefbau bei Witten, auf den Zechen Gustav und Monopol bei Camen⁴⁾, sowie am Mellinschachte der Grube Dudweiler-Jägersfreude



Fig. 739.

Fig. 739.
Verbindung von Gestängen
aus Flachseisen.



Fig. 741.
Gestängeverbindung in
Büdersdorf.

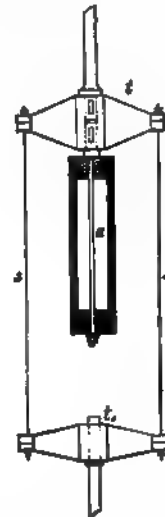


Fig. 742.
Übergabelung bei runden
Gestängen.

eingebaut, weil man sich größere Widerstandsfähigkeit gegen saure Wasser versprach, als bei schmiedeeisernen Gestängen. Da sich diese Erwartung nicht erfüllt hat, die gußstählernen Gestänge auch sehr teuer sind und häufig Gußfehler enthalten, welche trotz des Ausschmiedens unter Dampfhammern nicht ganz beseitigt werden können und deshalb schwache Stellen bilden, so ist ihre Anwendung eine beschränkte geblieben.

§ 69. Führung der runden Gestänge und Verbindung mit dem Mönchskolben. — Die Führung der runden Gestänge kann eben so sein¹⁾, wie beim

¹⁾ Bull. de la soc. de l'ind. min. 1872. 2. sér. Vol. 1. p. 60.

²⁾ Burat, Cours d'épl. des mines. Paris 1876. Taf. 33.

³⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 231.

⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 136.

quadratischen Holzgestänge, nur muß der Ausschnitt in den Lehlagern rund sein.

Auf der Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein besteht die Führung des runden Gestänges aus einem abgedrehten Gußrohre, welches um das Gestänge geschoben, mit Keilen an demselben befestigt ist und sich in einer, auf Querhölzern im Schachte festgeschraubten Stopfbüchse bewegt ¹⁾.

Die Verbindung mit dem Mönchskolben und die Übergabelung geschieht mit schmiedeeisernen Traversen $t\ t'$ (Fig. 742) und Scherenstangen s . An der oberen Traverse ist der Mönchskolben mit der Stange a , an der unteren das tiefer gehende Gestänge befestigt.

§ 70. **Drahtseilgestänge** ²⁾. — Bei Drahtseilgestängen ist wegen der Längung des Seiles eine Streckvorrichtung erforderlich.

Beim Abteufen des Ernstschachtes in Mansfeld ³⁾ bestand das Drahtseilgestänge aus zwei nebeneinander fortlaufenden Seilen von 36 mm Durchmesser und 170 m Länge. Dasselbe diente zum Betriebe einer Hubpumpe von 63 cm Weite und 1,26 m Hubhöhe. Das auf der steifen hölzernen Kolbenstange ruhende Belastungsgewicht betrug 1500 kg.

Beide Drahtseile waren an den Enden eines kurzen zweiarmigen Hebels befestigt, wodurch man gleiche Spannung erreichte. Ähnlich war die Vorrichtung auf Zeche Wiendahlsbank in Westfalen.

In Mansfeld kamen viele Reparaturen vor und gelangte man dort zu der Überzeugung, daß Drahtseilgestänge trotz geringer Anlagekosten und leichten Einbaues nur für kurze Betriebsdauer zu empfehlen sind.

Honigmann (Aachen) will Drahtseilgestänge auch für große Pumpenanlagen anwenden, indem er die Seile über und unter Tage mit Kunstkreuzen arbeiten läßt und die Seile mit den beweglich konstruierten und deshalb aus Blech hergestellten Aufsatzröhren in Verbindung setzt ⁴⁾.

§ 71. **Eisengestänge für Zug und Druck**. — Die für Zug und Druck bestimmten Eisengestänge sind bei Druckpumpen an die Stelle der Holzgestänge mit Eisenarmierung getreten, weil sie bei gleicher Festigkeit geringeres Gewicht haben, sich in den Verbindungen weniger lockern und dem Faulen nicht ausgesetzt sind; dagegen sind sie teurer, als hölzerne Gestänge.

Die Eisengestänge werden aus 7 bis 10 m langen Teilen von Winkel-, Flach-, \sqcap -Eisen u. s. w. zusammengesetzt und zwar ausschließlich durch Vernieten. Dabei werden die einzelnen Teile entweder von ungleicher oder gleicher Länge genommen. Im ersteren Falle folgen die Enden in Abständen von 0,25 bis 0,5 m aufeinander. Über die Wechsel kommen Laschen, welche früher gleichfalls ausschließlich angenietet, in neuerer Zeit vielfach angeschraubt werden, und zwar mit konischen Schrauben (Fig. 743).

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 281.

2) v. Hauer, a. a. O. S. 222.

3) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 119.

4) Ebenda. 1873. Bd. 21. S. 297.

Dieselben füllen die Löcher besser aus, als die Niete, welche sich beim Erkalten zusammenziehen, und verhindern deshalb eine Verschiebung der Laschen am Gestänge. Auch ist das Verschrauben beim Einbauen leichter auszuführen, als das Vernieten, welches gewöhnlich über Tage geschieht, wobei das Gestänge an Winden allmählich eingehängt wird.

Um den Gestängen eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Zerknicken zu geben, erhalten sie $+$ -, I - oder kastenförmigen Querschnitt.

Im ersteren Falle werden sie aus vier Winkeleisen zusammengesetzt (Fig. 744), wobei die Niete nicht in eine senkrechte Reihe gelegt werden dürfen. Auch die Laschen, mit denen die einzelnen Längen verbunden werden, erhalten eine Winkelform.



Fig. 743.
Konische Schraube.

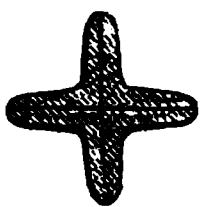


Fig. 744.



Fig. 745.

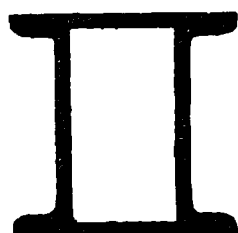


Fig. 746.

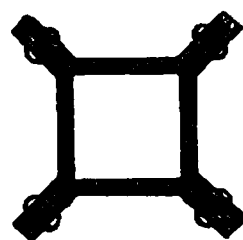


Fig. 747.

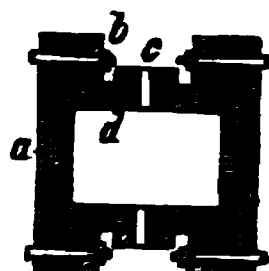


Fig. 748.
Verbindung kastenförmiger Gestänge.

Gestänge mit kastenförmigem Querschnitte haben die größte Steifigkeit. Die gebräuchlichsten Formen zeigen Fig. 745 (Elisabethschacht bei Wieliczka) und Fig. 746 (Luise Tiefbau bei Barop). Fig. 747 war auf der Pariser Ausstellung im Jahre 1867 von der Burbacher Hütte ausgestellt.

Bei der Verbindung der Kastengestänge folgen die Wechsel der vier Teile in Abständen von 0,47 m aufeinander. Am Zusammenstoße je zweier Flachschieben ist außen eine Platte angelegt und an jedem Ende der Flachschieben durch einen Keil und eine Schraube befestigt. Auf den Wechseln der zwei I -Eisen liegen schmale Platten, welche nur durch Gegenkeile gehalten sind.

Beim Gestänge auf Luise Tiefbau befinden sich die Wechsel in derselben Ebene. In Fig. 748 sind a b c d Verbindungsplatten, welche die Stoßfugen nach oben und unten gleich weit übergreifen. Die Verbindung

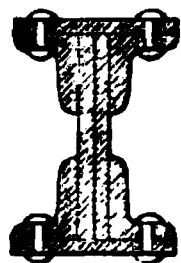


Fig. 749.

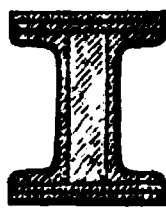


Fig. 750.

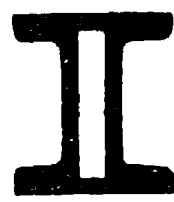


Fig. 751.

Eisernes Gestänge von I-förmigem Querschnitt.

zwischen a und b geschieht durch konische Schrauben über, und durch Nieten unter dem Stoße. Die Platten c und d sind nur durch Gegenkeile gehalten.

Gestänge mit I -förmigem Querschnitte sind gleichfalls häufig in Ge-

brauch, besonders die Formen Fig. 749, 750. Von der letzteren ist ein Schnitt durch die Verbindungsstelle in Fig. 751 dargestellt.

§ 72. **Führungen.**—Die Führung geschieht häufig, wie bei Holzgestängen, in Lehlagern. Fig. 752 zeigt die Führung eines Gestänges auf Zeche Argus in Westfalen. Am Gestänge sind eiserne Gleitbacken *b* angeschraubt, welche sich in Schuhen *s* führen; die letzteren sind an Querlagern befestigt und können mit Hilfe der Keile *k* nachgetrieben werden.

In anderen Fällen hat man die vier Ecken mit Langholz ausgefüllt und die Lehlager mit Eisenblech beschlagen.

Eine Führung für Kastengestänge, welche mit hölzernen Gleitschienen versehen sind, zeigt Fig. 753¹⁾; eine andere mit dreieckiger eiserner Leitung Fig. 754.

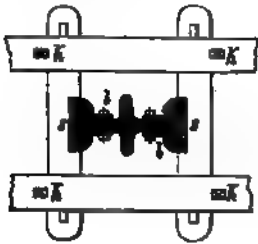


Fig. 752.

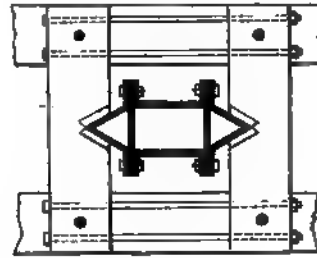
Fig. 753.
Lehlager für eiserne Gestänge.

Fig. 754.

§ 73. **Übergabelung und Verbindung mit dem Mönchskolben.**—Die Übergabelung wird bei den im § 71 genannten eisernen Gestängen durch beiderseits mittelst Winkeleisen befestigte Platten *a* (Fig. 755) bewirkt. *A* ist das Hauptgestänge, *b* und *c* sind die Scherenstangen. Zur Befestigung des Mönchskolbens dient ein gußeisernes hohles Kopfstück; dasselbe hat unten einen Flansch zur Befestigung des Mönchskolbens und oben einen viereckigen Aufsatz, welcher in die Höhlung des Kastengestänges eingeschoben und mit Keilen befestigt wird.

§ 74. **Hydraulisches Schachtgestänge.**—Der Betrieb einer Pumpe mit hydraulischem Gestänge geschieht in der Weise, daß man die hin- und hergehende Bewegung der Kolben einer über oder unter Tage stehenden Kraftmaschine in zwei getrennten Rohrleitungen auf einen oder zwei Kolben unter Tage, welche mit Pumpenkolben in Verbindung stehen, überträgt. Dabei wirkt das Wasser in den Röhren in ähnlicher Weise wie eine Kraftübertragung mit auf- und niedergehendem steifen Gestänge.



Fig. 755. Übergabelung bei kastenförmigem Gestänge.

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. Fig. 417 a.

Eine solche Einrichtung ist für Schachtpumpen auf der Grube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken¹⁾ getroffen, weil der Schacht für feste Gestänge keinen Raum bot und die Anwendung einer unterirdischen Dampfmaschine wegen Gefährdung des Wetterzuges nicht rätlich erschien.

Da der Effektverlust durch die Wassertransmission etwa 30 % beträgt, auch der Druck in den Gestängeröhren sehr groß ist (in Sulzbach-Altenwald bis 80 Atmosphären) und endlich die Dichtung große Schwierigkeiten verursacht, so können hydraulische Gestänge nur in Ausnahmefällen empfohlen werden.

Kapitel VI.

Regulierung des Gestängegewichtes.

§ 75. **Allgemeines.** — Bei Gestängen kann eine Gewichtsausgleichung oder eine Belastung notwendig sein. Die erstere dann, wenn das Gestänge der Festigkeit wegen schwerer ausfällt, als es der Widerstand beim Niedergange erfordert, oder wenn einzelne Pumpen ausgeschaltet werden sollen, ferner bei rotierenden Maschinen mit nur einem Hauptgestänge.

Die Ausgleichung kann entweder an einem oder an mehreren Punkten geschehen. Das erstere ist die Regel und erfolgt durch Kontrebalanciers über oder unter der Maschine, immer aber über Tage. Bei Ausgleichungen mit steifen Balanciers, welche im Schachte angebracht werden müssen, ist viel Raum nötig. Auf der Grube Helene Amalie in Westfalen half man sich in solchem Falle, indem man neben dem Kunstschachte einen kleinen blinden Schacht abteufte und in diesem einen Gegengewichtskasten anbrachte; von demselben ging eine Kette über eine Rolle nach dem Kunstgestänge.

Eine Belastung ist nötig, wenn der auf die Festigkeit berechnete Querschnitt nicht genügendes Gewicht für die Überwindung der Widerstände beim Niedergange liefert und das Übergewicht nicht durch größeren Querschnitt hergestellt werden soll.

Die Belastung erfolgt durch Gewichte, die Ausgleichung durch Gegengewichte (Kontrebalanciers), hydraulische Balanciers u. s. w.

Die Belastungsgewichte (alte Maschinentheile, Stangen u. s. w.) werden am Gestänge befestigt, und zwar bei Doppelgestänge zwischen denselben, oder, wenn dasselbe nur auf Zug in Anspruch genommen werden soll, auf dem Kolben bezw. am untersten Ende des Gestänges.

¹⁾ Pfähler in Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22. S. 179; 1875. Bd. 23. S. 60; 1876. Bd. 24. S. 35. — v. Hauer, a. a. O. S. 710.

§ 76. **Die steifen Balanciers**¹⁾ bestehen in neuerer Zeit lediglich aus Eisen und sind zweiarmige Hebel, an deren einem Ende das Gestänge und die Maschine angreift, während am anderen eine größere Gewichtsmasse in Form von runden oder eckigen gußeisernen Scheiben angebracht ist. Das letztere wird beim Niedergange des Gestänges gehoben, während es beim Aufgange der Maschinenkraft zu Hilfe kommt.

§ 77. **Hydraulische Balanciers** bestehen aus einem am Gestänge befestigten Kolben, welcher in einen Cylinder taucht, dessen unteres Ende mit einem senkrechten Röhrenstrange oder einem Akkumulator in Verbindung steht; Ventile kommen dabei nicht vor. Die Wirkung ist genau dieselbe, wie beim steifen Balancier. Die Ergänzung des Wassers erfolgt aus dem Saugkasten der nächst höheren Pumpe, oder auf andere passende Weise.

Der hydraulische Balancier beansprucht wenig Raum und ist deshalb besonders dann geeignet, wenn man mehrere Ausgleichungen untereinander im Schachte anbringen will.

Ist A die Kolbenfläche, H die Druckhöhe des hydraulischen Balanciers bei mittlerer Kolbenstellung, G das auszugleichende Gestängegewicht, so muß sein:

$$1000 AH = G, \text{ also } AH = \frac{G}{1000}.$$

H darf der hydraulischen Stöße wegen nicht zu groß genommen werden.

Man läßt auch das Kolbenrohr des hydraulischen Balanciers direkt mit dem Steigerohre in Verbindung treten, welches dann aber entsprechend weiter sein muß.

Die Weite eines besonderen Druckrohres nimmt man so groß, daß sich das Wasser mit 0,8 bis 1 m Geschwindigkeit bewegt.

Diese Einrichtung steht am Einigkeitsschachte bei Joachimsthal in Anwendung. Sie ist einfach, billig und erfordert keine kostspielige Fundamentierung. — Dagegen wird bei bedeutendem Drucke der Durchmesser des Kolbens zu groß, was aber durch Anwendung einer Akkumulatorvorrichtung mit genügender Beschwerung vermieden werden kann, wobei auch die Höhe des Druckrohres nicht sehr bedeutend zu werden braucht.

Ein solcher, der Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf patentierter (D. R. P. 49464) hydraulischer Balancier ist auch auf Schacht I der fiskalischen Steinkohlengrube Reden bei Saarbrücken eingebaut²⁾.

§ 78. **Ausgleichung durch Hinterwassersäulen.** — Ist die auszugleichende Last nicht groß, so kann man die Ausgleichung in der Weise bewirken, daß man die Saugkasten einer oder mehrerer Druckpumpen entsprechend höher stellt. Der Widerstand beim Niedergange wird dadurch erhöht, der Aufgang erleichtert.

1) Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8 A. S. 185.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 283. Taf. IX. Fig. 5.

Bei Pumpen, welche direkt aus dem Steigerohre der unteren saugen (Fig. 645), macht man das letztere höher und erreicht so denselben Zweck.

Die Hinterwasserröhren bei Wassersäulenmaschinen¹⁾, an denen dieselben überhaupt zuerst angewendet sind (Silbersegener Maschine von Bergrat Jordan sen. in Clausthal), beruhen auf demselben Prinzipie.

Danach wird die Ausgleichung des Gestängegewichtes durch Anwendung einer beim Niedergange unter den Treibkolben selbst drückenden Gegensäule bewirkt, also der Treibkolben so tief unter den Abflußstollen gestellt, daß der Druck, welchen die auf den Stollen zurücktretenden, gebrauchten Kraftwasser auf den Treibkolben ausüben, der Gestängelast die nötige Ausgleichung entgegenstellt. Diese Idee ist nach den Angaben von Jordan²⁾ schon im Jahre 1845 von dem Bergrat Becker zu Freiberg geäußert.

§ 79. **Pneumatischer Balancier.** — Durch das niedergehende Gestänge wird Luft komprimiert, welche vermöge ihrer Expansion den Aufgang erleichtert. In den Fig. 756 u. 757

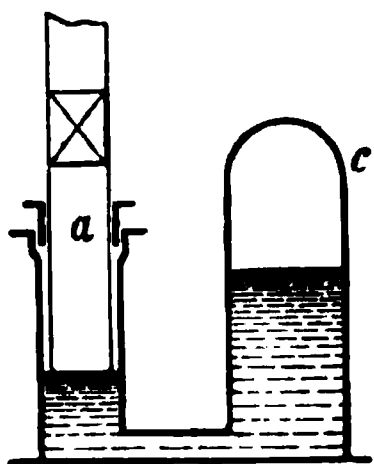


Fig. 756.

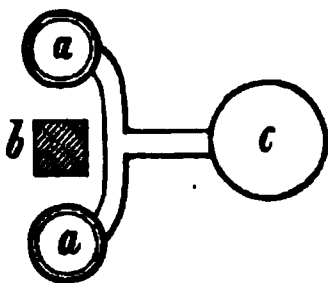


Fig. 757.

Pneumatischer Balancier.

sind *b* das Gestänge, *a* zwei Plunger, *c* ein teilweise mit Wasser gefülltes Blechrohr.

Diese Ausgleichung ist komplizierter, als die übrigen; sie bedarf beständiger Regulierung, bezw. Ersetzung der Luft und des Wassers. Die beim Niedergehen ausgegebene Kraft wird wegen Abgabe der durch

das Verdichten der Luft erzeugten Wärme an die umgebende Luft nicht vollständig wiedergewonnen. Der Apparat hat deshalb eine weitere Verbreitung nicht gefunden.

§ 80. **Ausgleichung durch Doppelgestänge.** — Die neuen Woolf'schen liegenden Maschinen auf den Zechen Eintracht Tiefbau bei Steele und Präsident bei Bochum sind mit Kunstwinkeln versehen, an denen je ein Gestänge mit Drucksatz hängt. Zwei nebeneinander stehende Sätze drücken in ein gemeinschaftliches Steigerohr (§ 12). Die beiden Gestänge gleichen sich dabei vollständig aus, die Maschine hat aber die Reibung sowohl des aufgehenden, als auch des niedergehenden Gestänges zu überwinden, und muß deshalb durch Druck den ersten Anstoß zum Niedergange geben, so daß die Gestänge auf Zug und Druck in Anspruch genommen sind.

Das Doppelgestänge bietet noch den Vorteil, daß die daran hängenden Druckpumpen ohne die auf S. 549 genannten Gefahren Luft ansaugen können.

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 584 ff. — Weisbach, Ingenieur- u. Maschinen-Mechanik. S. 925 ff. — Althaus in Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 4; 1884. Bd. 29. S. 256.

²⁾ Karsten's Archiv. Bd. 40. S. 253.

§ 81. **Regeneratoren.** — Zur Erzielung einer hinreichenden Niedergangsgeschwindigkeit und um die Pumpenventile zu heben, muß das Gestängegewicht den mittleren Widerstand (§ 62) übersteigen. Am Ende des Hubes wird bei nichtrotierenden Maschinen dieser Kraftüberschuß u. a. durch Drosselung des Dampfes aufgezehrt, geht also verloren.

Die Regeneratoren sollen diese Arbeit auf sammeln und beim Gestängeaufgange wieder ausgeben, so daß die Maschine nur die dem mittleren Widerstande entsprechende Arbeit zu leisten braucht.

Nachdem die Erfahrung gelehrt hat, daß jene »Supplementarkraft«, welche man zu obigem Zwecke als Übergewicht in das Gestänge legt, nicht 20 bis 40% übersteigen müsse, sondern daß hierfür, weil die Ventile selten ganz dicht schließen, 40 bis 20% genügen, von denen ein Teil noch auf die Reibungswiderstände u. s. w. gerechnet werden muß, so bleibt für die Regeneratoren in bezug auf die Ausgleichung der Supplementarkraft nicht so viel Nutzen übrig, als man sich früher versprach¹⁾. — Indessen zeigen sie bis jetzt den erheblichen Vorteil, daß sie eine gleichförmigere Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit und einen regelmäßigeren Gang erzielen lassen, und daher eine Vergrößerung der mittleren Geschwindigkeit selbst gestatten. Auf Zeche Friedrich der Große bei Herne konnte nach dem Anbringen eines Kraftregenerators die Hubzahl der Wasserhaltungsmaschine sofort von 5 auf 7 gesteigert und damit die Leistungsfähigkeit der Maschine um 40% erhöht werden²⁾.

Bei rotierenden Maschinen dient das Schwungrad, bei doppelt wirkenden Maschinen mit Expansion der Volldruck im Beginn des Hubes zu demselben Zwecke.

§ 82. **Bochkoltz'scher Gewichtsregenerator³⁾.** — Am Hauptgestänge (Fig. 758) ist der Balancier $a o b$ angebracht, der das Gestängegewicht so weit ausgleicht, daß die von dessen wirksam bleibendem Gewichte beim Niedergange hervorgebrachte Leistung gerade der von sämtlichen Widerständen konsumierten Arbeit, bzw. dem mittleren Widerstande gleich ist.

Die zur Öffnung der Druckventile erforderliche Supplementarkraft wird durch das Regeneratorgewicht Q beschafft. Dasselbe beschleunigt den Niedergang um die Arbeit $Q \cdot e h$, zehrt dieselbe aber von Mitte bis Ende des Niederganges wieder auf. Dasselbe gilt vom Aufgange.

Das Gestänge kann aber nun um die Größe $Q \cdot e h$ (mechanische Arbeit)

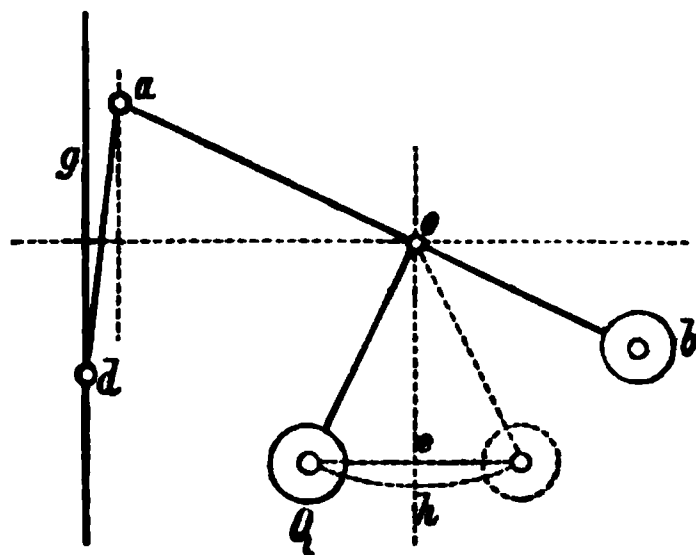


Fig. 758. Bochkoltz'scher Gewichtsregenerator.

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 262.

2) Ebenda. S. 263.

3) v. Hauer, a. a. O. S. 230.

leichter sein, wodurch die Leistung der Maschine in einem Falle um 15 % erhöht sein soll.

Über Konstruktion der Regeneratoren s. Burat, Cours d'exploitation des mines. Paris 1876. Taf. 53.

§ 83. Der **pneumatische Regenerator** ¹⁾ ist gleichfalls zuerst von Bochkoltz konstruiert. In neuerer Zeit hat die Firma Haniel und Lueg in Düsseldorf bei mehreren von ihr erbauten Druckpumpen derartige Regeneratoren ²⁾ angebracht, welche, anstatt der von Bochkoltz angewendeten Kolben mit Ringliderung, mit Plungern versehen sind, weil man damit besser einen luftdichten Abschluss erzielen konnte.

Außer auf Dechenschacht III der Grube Heinitz bei Saarbrücken sind derartige Regeneratoren auf Zeche Urbanus bei Langendreer und auf dem Ottoschachte der königl. Berginspektion Borgloh bei Osnabrück mit bestem Erfolge im Betriebe. Im ersten Falle wurde die Leistung der Maschine um 17,2 %, im zweiten um 50 %, im dritten um 60 bis 70 % erhöht.

Um das bei rotierenden Wasserhaltungsmaschinen erforderliche, erfahrungsmäßig sehr bedeutende Beschleunigungsgewicht durch die Wirkung des Regenerators zu ersetzen, zerlegte man den eben erwähnten doppelwirkenden Regenerator in zwei einfachwirkende, von denen der eine am oberen, der andere am unteren Ende des Gestänge an der Pumpe eingeschaltet wird. Hierbei ist der obere Apparat noch wesentlich dadurch vereinfacht, daß der Plunger zugleich den Windkessel bildet und dadurch der Regenerator viel weniger Raum im Schachte beansprucht, als dies bei den oben erwähnten Konstruktionen der Fall ist. Durch die Anbringung des Kraftregenerators am unteren Ende des Gestänges wird auch bei nicht rotierenden Maschinen, außer der günstigen Eigenschaft, daß der Regenerator ziehend auf das Gestänge wirkt, noch der weitere bedeutende Vorteil erreicht, daß man mit demselben auch die zu einer großen Hubzahl erforderlichen Beschleunigungsgewichte ersetzen kann, ohne einen Arbeitsverlust in der Maschine herbeizuführen. In anderen Falle dagegen würden unter denselben Verhältnissen ohne Anwendung eines Kraftregenerators die Beschleunigungsgewichte eine Drosselung des Dampfes bedingen, wodurch ein nicht unbedeutender Arbeitsverlust entsteht.

Für nicht rotierende Maschinen dürfte die doppelte Anordnung der einfacheren und billigeren Ausführung wegen in vielen Fällen, namentlich bei bestehenden Anlagen, vorzuziehen sein.

Die Vorteile derartiger Kraftregeneratoren lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

1. Infolge der bis zur Hubmitte stetig zunehmenden und dann ebenso stetig

¹⁾ Annales d. min. 1872. sér. 7. Vol. I. p. 352. — Uhland, Maschinenkonstrukteur 1869. 2. Bd. S. 312. — v. Hauer, a. a. O. S. 238. — Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. 1880. S. 69.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 263. — D. R. P. Nr. 41 967.

abnehmenden Geschwindigkeit wird die mittlere Geschwindigkeit viel größer, als bisher und kann die Maschine ohne jeden Nachteil mehr Hübe in der Minute machen, wodurch im gleichen Verhältniß die Leistungsfähigkeit (bis 60%) erhöht wird.

2. Die Hubbegrenzung erfolgt weit sicherer und ohne jeden Stoß, die Gefahr der Gestängebrüche ist bedeutend geringer.
3. Fortfall der Beschleunigungsgewichte am unteren Ende des Gestänges und damit zusammenhängende Erhöhung der Nutzleistung der Maschine.
4. Für eine bestimmte Maximalleistung können bei einer Neuanlage Maschinen und Pumpen geringere Dimensionen erhalten, auch kann die Zahl der anzulegenden Dampfkessel geringer bemessen werden, so daß die Anlagekosten einer Wasserhaltungsmaschine mit Regenerator bedeutend geringer ausfallen, als bei Maschinen ohne Kraftregenerator.
5. Der Kraftregenerator kann an jeder bestehenden Maschine ohne wesentliche Betriebsstörung angebracht werden, die Anlagekosten sind so gering, daß dieselben sehr bald durch die erzielten Betriebsersparnisse gedeckt werden, denn sie betragen im ungünstigsten Falle noch nicht 10% des der Mehrleistung entsprechenden höheren Wertes der Maschinenanlage.

§ 84. **Hydraulischer Regenerator mit Mönchskolben.** — Ein Mönchskolben taucht in einen halb mit Wasser gefüllten Cylinder (Fig. 759), beim Anfange des Niederganges berührt er eben die Oberfläche des Wassers, sodann wächst der Druck auf die Unterfläche des Kolbens mit dem Auftriebe, weil das Wasser im Cylinder steigt.

Fig. 759. Hydraulischer Regenerator.

Kapitel VII.

Gestänge in gebrochenen Schächten, sowie für horizontale und schwach geneigte Richtung.

§ 85. **Bruchschwingen**¹⁾. — Ändert ein Kunstschaft, wie es bei den alten tonnlägigen Schächten nicht selten vorkommt, sein Fallen, so legt man

¹⁾ Hartmann, Egbkde. 1852. S. 742.

die Gestänge, wenn dieselben schwach sind und der Knick kein bedeutender ist, auf Rollen, so daß die Gestänge eine Biegung zu erleiden haben.

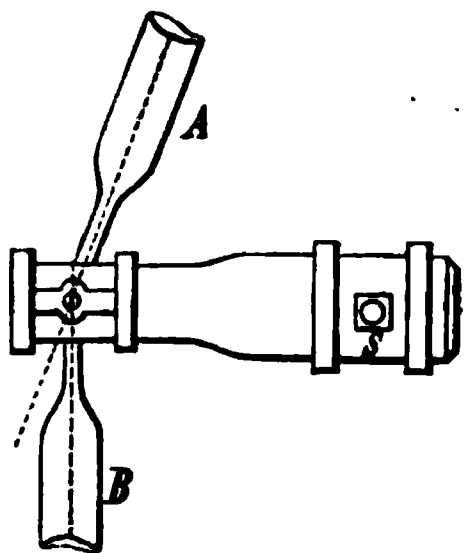


Fig. 760. Bruchschwinge.

Bei stärkeren Knicken und steifen Gestängen wendet man zur Schonung der letzteren Bruchschwingen an. Dieselben drehen sich an dem einen Ende um einen fest verlagerten Zapfen *S* (Fig. 760), während am anderen Ende das obere Gestänge *A* und das untere *B* eingreifen und sich dort gleichfalls entweder um einen gemeinschaftlichen oder um je einen Zapfen für jedes Gestänge drehen.

§ 86. Betrieb von Pumpen in Nebenschächten mittelst Seilübertragung. — Pumpen, welche beim Abteufen von Schächten, in denen sich keine Kunstgestänge befinden, angewendet werden, sind durch besondere Kraftübertragung zu bewegen. Steht ein solcher Schacht mit dem Kunstschachte durch eine gerade Strecke in Verbindung, so kann die Kraftübertragung von dem Hauptgestänge aus durch ein Schleppzeug mit einem Drahtseile oder einer Kette geschehen. Dieselben sind an einem der Kunstgestänge befestigt, gehen nach oben über eine Rolle, von da auf der Verbindungsstrecke zum Nebenschachte, dort über eine zweite Rolle hinweg und sind hier mit dem Gestänge der im Schachte befindlichen Pumpe verbunden.

Beim Niedergange der Hauptgestänges wird dasjenige im Nebenschachte gehoben, während das letztere beim Hubwechsel durch sein eigenes Gewicht oder durch angebrachte Belastung sinkt und das Drahtseil oder die Kette nachzieht, so daß dieselben stets straff gehalten werden.

An kleineren Krümmungen der Verbindungsstrecke sind Wehrrollen angebracht, an denen das Seil mittelst Gleitschienen aus Buchenholz anliegt. Bei größeren Krümmungen sind Kreissektoren mit Seilnut und Drehachse (Bruchschwingen, § 85) anzubringen, über welche das Seil hinweggeht. Ist das letztere stark, so daß man ihm eine Biegung nicht zumuten darf, so schaltet man eine Kette ein und legt diese in die Seilnut.

Um das Seil, bzw. die Kette, in den Wehrrollen und Seilnuten der Bruchschwingen zu erhalten, müssen auf beiden Seiten derselben Tragrollen angebracht werden. Diese sind auch im weiteren Verlaufe der Verbindungsstrecke notwendig, wenn das Seil sich zu sehr durchbiegt.

Außer einem hin- und hergehenden Seile wendet man auch Übertragungen mit einem Seile ohne Ende an, so auf Königin Luisengrube in Zabrze zum Betriebe einer Tangyepumpe in einer einfallenden Strecke¹⁾.

§ 87. Wasserübertragung für Pumpen in Nebenschächten. — Bei vielen und sehr starken Krümmungen wird die Übertragung mittelst Drahtseilen oder Ketten in zweckmäßiger Weise durch solche mittelst Wasser (oder Luft) ersetzt.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 234.

Die Transmission mittelst Wasser bildete den Anfang der im § 74 erwähnten hydraulischen Gestänge und besteht darin, daß man am Hauptgestänge einen Plunger anbringt, welcher in ein Plungerrohr mit Stopfbüchse taucht. Das letztere ist durch einen Rohrstrang, welcher allen Krümmungen bis zum Nebenschachte folgt, mit einem, über dem letzteren in dessen Fallungsebene angebrachten Plungerrohre mit Mönchskolben verbunden; dieser hat oben ein Querhaupt, von welchem aus eine Übergabelung nach unten geht und das Pumpengestänge im Nebenschachte zwischen sich faßt.

Beim Niedergange des Hauptgestänges drückt der erste Plunger auf das Wasser im Verbindungsrohre und hebt damit den zweiten Plunger mit dem Pumpengestänge. Beim Aufgange des Hauptgestänges saugt der erste Plunger das Transmissionswasser an, so daß das Pumpengestänge im Nebenschachte sinken kann.

Beim Betriebe geht immer etwas Wasser verloren und muß ersetzt werden. Gelangt dabei zu viel Wasser in das Übertragungsrohr, so wird der zweite Plunger (Lastplunger) zu hoch gehoben und stößt unter. Ist der Ersatz nicht genügend, so fällt der Lastplunger zu tief und stößt wiederum auf. Diesen Umstand hat man zu Sars-Longchamps¹⁾ auf folgende Weise beseitigt.

In das Übertragungsrohr mündet ein mit einem Hahnverschlusse versehenes Röhrchen, welches in einer solchen Höhe mit einem oberen Steigerohre in Verbindung steht, daß der Wasserdruck in dem Röhrchen denjenigen im Übertragungsrohre übersteigt. Der Hahn wird dabei so weit geöffnet, daß jedenfalls mehr Wasser eintritt, als verloren geht. Sodann ist am oberen Ende des Lastplungerrohres ein Hahn mit Hebel angebracht, auf welchem je ein Knaggen am Pumpengestänge beim Auf- und Niedergange trifft.

Geht nun der Lastplunger zu hoch, so öffnet der eine Knaggen den Hahn und läßt Wasser austreten, was auch während des nun folgenden Niederganges geschieht. Sollte dabei aber zu viel Wasser abfließen und das Pumpengestänge zu tief gehen wollen, so schließt der zweite Knaggen den Hahn und bewirkt damit auch nach unten eine Hubbegrenzung. Nach einigen Hüben ist der Hahn selbstthätig reguliert, derart, daß beständig nur so viel Wasser austritt, als nach Deckung der Verluste vom Zuflusse übrig bleibt.

Nach dem Vorgange in Sars-Longchamps hat man Wasserübertragung auch in Ibbenbüren²⁾ und auf Zeche Borussia bei Dortmund³⁾, im ersteren Falle zum Abteufen eines flachen Nebenschachtes, im anderen zum Abteufen

1) Chaudron, Annuaire de l'association etc. de Liège 1854. Vol. I. p. 65. — v. Hauer, a. a. O. S. 707.

2) Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14. S. 343.

3) Ebenda. 1869. Bd. 17. S. 349. — Glückauf. Essen 1868. Nr. 22.

des Förderschachtes unterhalb der Sohle des Wasserhaltungsschachtes, mit gutem Erfolge benutzt.

Auch auf dem Eisensteinbergwerke Unterste Martinshardt in Siegen ist in neuerer Zeit ein hydraulisches Gestänge zum Betriebe einer Pumpe in einem 90 m seitwärts gelegenen Nebenschachte angewendet¹⁾.

§ 88. **Luftübertragung für Pumpen in Nebenschächten.** — Druckluft kann in derselben Weise benutzt werden, wie Dampf; sie hat gegenüber dem Wasser den Vorteil, daß die Gefahr der hydraulischen Stöße wegfällt, und daß sie nach dem Ausblasen die Ventilation der Grubenräume befördert. Dagegen hat man bei der Luftübertragung 70 bis 75 % Effektverlust²⁾. Gleichwohl läßt sich Druckluft für vorübergehende Zwecke unter Umständen zweckmäßig zum Betriebe von Pumpen verwenden, z. B. wenn man nahe bei denselben eine disponibele, etwa vorher zum Betriebe von Bohrmaschinen gebrauchte und mit einer vorhandenen Kompressionsmaschine in Verbindung stehende Rohrleitung hat. Man kann mit Druckluft jeden, analog wie eine Dampfmaschine konstruierten Apparat treiben, dessen Kraftkolben mit einer Pumpe in Verbindung steht, also z. B. eine sogenannte *Dampfpumpe*.

In Swansea (England) sind zwei derartig bewegte größere Pumpen aufgestellt³⁾.

Auch auf der ver. Mathildengrube (Oberschlesien) wird eine Tangyepumpe (§ 94) in einer einfallenden Strecke auf der 167 m Sohle mit Druckluft betrieben⁴⁾, welche die auf dem 260 m entfernten Schachte aufgestellten Luftkompressionsmaschinen liefern. Bei vier Atmosphären Spannung in den Luftzuleitungsröhren drückt die Maschine in der Minute 0,2 cbm Wasser 24 m hoch.

§ 89. **Feldgestänge, Kunstkreuze und Seilübertragung.** — Während man Dampfmaschinen gewöhnlich so nahe beim Wasserhaltungsschachte aufstellen kann, daß sie mehr oder weniger direkt die Bewegung der Pumpengestänge bewirken können, muß man Wasserräder oft in größerer Entfernung, vom Schachte anlegen und die Kraft bis zum Pumpengestänge in passender Weise übertragen. Man bedient sich dazu meistens der *Feldgestänge*. Der Krummzapfen des Rades bewegt zunächst eine Pleuelstange *P* (Fig. 761), welche eine Reihe von, in der Mitte ihrer Länge auf Zapfen ruhenden, oben und unten verbundenen Schwingen *S* und schließlich die Kunstkreuze *K K'* in Bewegung setzt. An den horizontalen Armen der letzteren hängen die Pumpengestänge.

Bei dieser Konstruktion wird nur die erste Schwinge (*S*.) abwechselnd gezogen und gedrückt, während die weitere Übertragung lediglich auf Zug

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 29. S. 254.

2) v. Hauer, a. a. O. S. 714.

3) Berggeist. 1872. S. 113.

4) Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 234.

in Anspruch genommen wird, was bei anderen älteren Feldgestängen (z. B. Fig. 762) nicht der Fall ist.

Statt der älteren Kunstkreuze bedient man sich in neuerer Zeit vorwiegend der Kunstwinkel. Dieselben bestehen aus vernietetem Eisen, während die alten Kunstkreuze ausschließlich aus Holz mit Eisenarmatur hergestellt wurden.

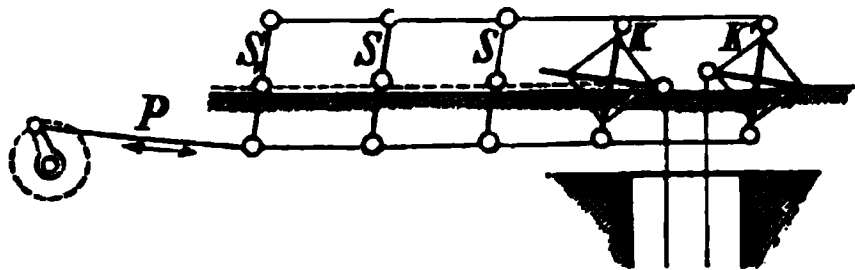


Fig. 761. Neues Feldgestänge.

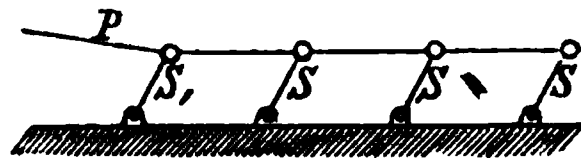


Fig. 762. Älteres Feldgestänge.

Sehr lange Feldgestänge über Tage hat man in neuerer Zeit mit Vorteil durch Drahtseile ersetzt, so u. a. bei den Hubkünsten am Polsterberge bei Clausthal, wo die Bewegung der im Thale liegenden Wasserräder auf die hochgelegenen Kunstkreuze übertragen wird.

Kapitel VIII.

Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen.

§ 90. Allgemeines. — Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen sind solche, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Pumpen unter Tage stehen, so daß jede Übertragung durch Gestänge, Pleuelstangen u. s. w. vermieden ist. Die Maschinen sind entweder Dampf- oder Wassersäulenmaschinen.

Den ersteren wird der Dampf gewöhnlich aus dem Kesselhause über Tage zugeführt, weil die Verhältnisse das Aufstellen von Dampfkesseln unter Tage selten gestatten. Wenn aber Schächte und Strecken weit genug sind, um Dampfkessel einhängen zu können, wenn ferner ein Wetterschacht in unmittelbarer Nähe liegt, um die Verbrennungsgase und den Rauch direkt abführen zu können, und wenn endlich jede Gefahr des Versaufens ausgeschlossen ist, so sind Dampfkessel unter Tage vorteilhaft, denn sie dienen, wie vielfach in England, gleichzeitig als Wetteröfen. Außerdem wird an Dampfzuleitungsröhren erspart und die Verluste an Dampf durch Kondensation, welche bei ungenügender Umhüllung jener Röhren entstehen, vermieden.

Der Fortfall der Gestänge beseitigt die Möglichkeit der Gestängebrüche und gestattet, weil außer dem Druckwasser keine großen Massen zu bewegen

sind, eine größere Kolbengeschwindigkeit (bis zu 2,5 m), sowie entsprechend kleinere Dimensionen der Maschinen, wodurch diese etwa um ein Drittel billiger werden, als Gestängemaschinen. Außerdem braucht man außer dem Maschinenwärter keine besonderen Pumpenwärter und im Schachte nur wenig Raum, weil außer dem Dampfzuleitungsrohre nur ein Steigerohr von geringen Dimensionen einzubauen ist und, außer dem Gestänge, auch Lehr-lager, Fangvorrichtungen u. s. w. in Wegfall kommen, ferner weil die Maschinen nicht im Schachte selbst, sondern seitwärts von demselben in besonderen Maschinenräumen aufgestellt werden.

Dagegen haben die unterirdischen Dampfmaschinen älterer Konstruktion einen beträchtlich höheren Dampfverbrauch, als Maschinen über Tage, und sind unter Umständen der Gefahr des Versaufens ausgesetzt. Um die letztere zu vermeiden, bedarf es entweder neben der unterirdischen noch einer Maschine über Tage mit Drucksätzen, oder genügend großer Sumpfstrecken, oder man mauert die Maschinenräume wasserdicht ab, versieht den Eingang vom Schachte her mit einer Dammthür (§ 117) und legt von einer oberen Sohle her einen besonderen Zugang zum Maschinenraume an (Zechen Heinrich Gustav bei Langendreer und Präsident, Schacht II bei Bochum).

Findet ein Wasserzugang auf mehreren Sohlen statt, so muß auf jeder derselben eine Maschine stehen, wodurch der ökonomische Vorteil in der Anlage in Frage gestellt wird. Doch ist zu beachten, daß eine Gestängemaschine bei Errichtung der tieferen Sohlen alt oder weniger leistungsfähig geworden ist, während unterirdische Maschinen für jede Sohle neu hergestellt und in ihrer Leistungsfähigkeit den vorhandenen Wasserzuflüssen angepaßt werden können¹⁾.

Am vorteilhaftesten sind unterirdische Maschinen immer da, wo von einem tiefsten Punkte aus in einer einzigen Druckhöhe, welche aber im allgemeinen 350 m nicht übersteigen darf, ein Quantum Wasser von nicht mehr als 0,06 bis 0,08 cbm in der Sekunde zu heben ist und wo die Gesteinsbeschaffenheit eine leichte Herstellung des Maschinenraumes gestattet.

Eine Druckhöhe von 350 m, für welche mindestens drei Drucksätze nötig sein würden, kann man mit unterirdischen Maschinen deshalb erreichen, weil bei dem, durch die größere Geschwindigkeit, Anwendung von Schwungrädern, zwei und sogar drei gekuppelten Cylindern, sowie durch Windkessel erreichten konstanten Emporsteigen der Druck des Wassers auf die Ventile und Rohrwandungen geringer ist, als bei den Druckpumpen, bei denen das Wasser in den Hubpausen in entgegengesetzte Bewegung kommt.

1) Preuß. Zeitschr. 1870. Bd. 18. S. 226; 1872. Bd. 20. S. 329; 1874. Bd. 22. S. 164. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1874. S. 325. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. Bd. 17. S. 306, 436; Bd. 19. S. 507; Bd. 20. S. 124. — Glückauf. Essen 1873. Nr. 24; 1874. Nr. 9 u. 28. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 133. — Berggeist. Köln 1874. S. 114. — Österr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. 1873. S. 223. — B.- u. Hüttenm. Ztg. Leipzig 1874. S. 404.

Um die Schwierigkeiten bei Herstellung der Maschinenräume zu verringern, muß man die Dimensionen der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen thunlichst herabsetzen und dieselben weniger breit und hoch, als lang bauen, ein Grundsatz, welcher z. B. bei der Maschine des Ottoschachtes in Ösede bei Osnabrück ¹⁾ durchgeführt ist, wo die Breite des Maschinenraumes von 2,5 m vollkommen ausreicht.

Hilt ²⁾ schlägt sogar vor, mehrere kleine Maschinen hintereinander in einem Raume von gewöhnlichen Streckendimensionen aufzustellen.

Endlich ist durch Umbüllung der Maschinenteile, sowie durch gute Kondensation und womöglich durch passende Ventilationseinrichtungen, wie in Ösede (VIII. Abschn., § 48), dafür zu sorgen, daß die Hitze in den Maschinenräumen verringert wird.

Die vorhandenen unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen sind rotierende und nicht rotierende, in beiden Fällen aber liegende.

§ 91. Rotierende Maschinen. — Die rotierenden unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen sind solche, welche mittelst Kurbel ein oder zwei Schwungräder bewegen. Letztere vermindern die in den Hubpausen eintretenden Ungleichheiten in der Druckwirkung, bzw. liefern die zum Heben der Druckventile nötige Supplementarkraft. Das Wasser im Steigerohre kommt dabei nie zur Ruhe oder gar in umgekehrte Bewegung, so daß solche Maschinen rascher laufen und eine größere Druckhöhe erhalten können, als die nicht rotierenden Maschinen. Aus diesem Grunde wählt man die rotierenden Maschinen gewöhnlich für größere Anlagen mit viel Wasser und bedeutenden Druckhöhen.

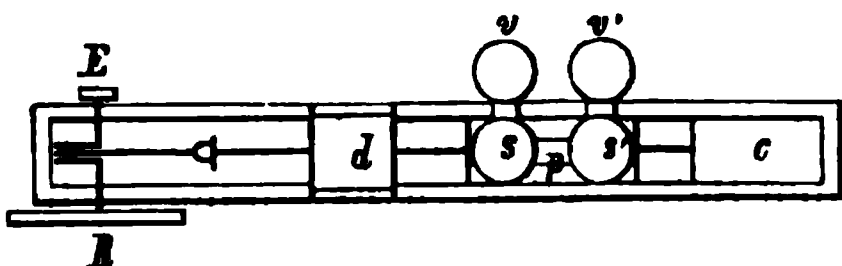


Fig. 763. Einfache, rotierende unterirdische Wasserhaltungsmaschine.

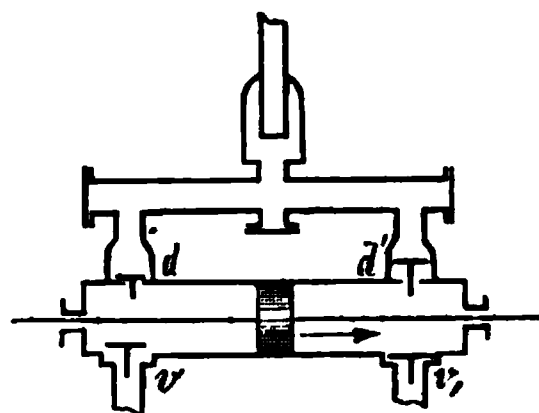


Fig. 764. Pumpcylinder.

Die älteren Maschinen dieser Art, wie sie zuerst in England konstruiert wurden, waren einfache von der in Fig. 763 angegebenen Konstruktion. Auf einem gemeinschaftlichen Rahmen liegt der Dampfzylinder d , ferner der Pumpzylinder p und der Kondensator c mit einer Luftpumpe. Sämtliche Kolben werden von einer durchgehenden Kolbenstange bewegt, ebenso auch das auf der anderen Seite von d befindliche Schwungrad R , auf dessen Achse die exzentrische Scheibe E zur Bewegung der Steuerung angebracht ist.

Im Pumpenzylinder bewegt sich ein Scheibenkolben; $v v$, (Fig. 764) sind

1) Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 395.

2) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. 1873. Bd. 17. S. 436.

Saugventile, dd' Druckventile, durch welche das Wasser in ein gemeinschaftliches Steigerohr gelangt; die Pumpe ist also doppelt wirkend.

Bei anderen Konstruktionen liegt der Dampfzylinder in der Mitte, während sich auf jeder Seite eine einfach wirkende Pumpe mit Scheibenkolben oder, was bei sandigem Wasser vorzuziehen ist, mit Plungerkolben befindet.

Anstatt der durchgehenden Kolbenstangen sind Übergabelungen angewendet und auf die eine Seite der Maschine Kondensator und Schwungräder, auf die andere die beiden einfach wirkenden Pumpen gebracht.

Die schon erwähnte Maschine in Ösede ¹⁾ ist ebenso, aber ohne Übergabelung konstruiert.

Da bei diesen einfachen Maschinen trotz des Schwungrades immer noch Hubpausen eintreten, so hat man in neuerer Zeit meistens zwei derselben zusammengekuppelt und läßt sie gleichfalls in ein gemeinschaftliches Steigerohr arbeiten.

Als Beispiele derartiger Zwillingsmaschinen sind zu erwähnen: die Maschinen mit Differentialpumpen (§ 44) am Camboisschachte bei Blyth ²⁾, zu Fohnsdorf (steierische Eisenindustriengesellschaft) ³⁾, zu Kladno ⁴⁾, Gelsenkirchen ⁵⁾, ferner auf den Zechen Präsident, Heinrich Gustav in Westfalen, ver. Karsten-Centrum in Oberschlesien ⁶⁾ u. s. w. In der letztgenannten Grube hat die Maschine 43 cbm Wasser in der Minute in einem Satze von 250 m Höhe zu Tage zu heben.

Häufig sind diese Zwillingsmaschinen so eingerichtet, daß man eine Maschine ausschalten kann ⁷⁾.

Einen noch ruhigeren Gang erzielt man mit Drillingsmaschinen, wie sie auf Deutschlandgrube bei Schwientochlowitz (Oberschlesien) ⁸⁾, Elisabethgrube bei Essen ⁹⁾ und in Friedrichsthal bei Saarbrücken ¹⁰⁾ nach Wolf'schem Prinzip ausgeführt sind. In Friedrichsthal liegen drei Dampfzylinder nebeneinander, in deren mittlerem der Dampf mit 0,6 bis 0,9 Füllung arbeitet und dann in den beiden Seitenzylindern expandiert. In der Verlängerung der drei Zylinder, und mit diesen gemeinschaftliche Kolbenstangen besitzend, befinden sich in der Mitte der Kondensatorpumpe und auf beiden Seiten die doppelt wirkenden Druckpumpen.

1) Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 375. Taf. VIII. Fig. 5 u. 6.

2) v. Hauer, a. a. O. S. 692. Fig. 1073.

3) Hess in berg- u. hüttenm. Jahrb. d. österr. ungar. Bergakademieen. Bd. 24. S. 311. — v. Hauer, a. a. O. S. 692. Fig. 1081 u. 1082.

4) Hess, a. a. O. Bd. 22. S. 439.

5) Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 157.

6) Ebenda. 1885. Bd. 33. S. 226.

7) v. Hauer, a. a. O. S. 692.

8) Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 375.

9) Ebenda. 1874. Bd. 22. S. 190.

10) v. Hauer, a. a. O. S. 693

Die Maschine arbeitet mit einer sehr großen Kolbengeschwindigkeit von 2,5 m, beansprucht wegen der starken Expansion wenig Dampf, ist aber kompliziert und nimmt eine bedeutende Breite ein.

Eine sehr günstige Ausnutzung der Expansion hochgespannter Dämpfe in einem Hochdruck- und in einem Niederdruckcylinder gestatten auch die Compound-Receiver-Maschinen¹⁾, welche dabei sehr einfach gebaut sind und wenig Platz einnehmen. Derartige Maschinen sind im Saarbrücker Reviere seit 1879 in Gebrauch²⁾ und zwar zuerst auf den Gruben von der Heydt und Sulzbach-Altenwald, sodann im Rhein-Nahe-Schachte der Grube König und auf dem Josephaschachte der Grube Gerhard Prinz Wilhelm. Im Lillschachte zu Příbram wurde von der Maschinenfabrik Bolzano, Tedesco & Co. in Schlan die erste, darauf für den Juliusschacht III nach dem System H. Regnier eine zweite und für Viktoria Tiefbau eine dritte, beide in Brügge, gebaut³⁾.

Außerdem finden sie sich in Ibbenbüren und Staßfurt; an letzterem Punkte soll jede der beiden Maschinen bei $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Dampfdruck in den Rohrleitungen der über Tage stehenden Kessel imstande sein, 2,5 cbm Sole von 1,2 spezifischem Gewicht auf 332 m Höhe zu heben, was einer Druckhöhe von 398 m süßen Wassers entsprechen würde.

§ 92. **Rotierende Wassersäulenmaschinen.** — Zu den unterirdischen rotierenden Zwillingsmaschinen gehören auch die im Königin Marienschachte bei Clausthal eingebauten beiden Wassersäulenmaschinen⁴⁾. Dieselben stehen 597 m unter der Aufschlagrösche und 229 m unter dem Ernst Auguststollen, auf welchem sowohl die Lastwasser, als auch die Kraftwasser ihren Abfluß finden⁵⁾. Die Pumpen haben nur eine geringe Saughöhe und drücken Kraft- und Lastwasser in ein gemeinschaftliches Steigerrohr. Die Treibkolben haben 340 mm Durchmesser und 625 mm Hub, die Pumpenkolben aber 328 mm Durchmesser und denselben Hub. Die gemeinsame Kolbenstange ist 168 mm stark, folglich braucht jeder Treibkolben für einen Umgang 67,3 l Kraftwasser, während jeder Pumpenkolben 78,57 l Wasser hebt. Bei 0,5 m Kolbengeschwindigkeit werden 3770 l Wasser in der Minute gehoben, wobei die Geschwindigkeit in allen Röhren 4 m in der Sekunde beträgt.

Die Maschine arbeitet, weil das Gewicht des Kraftwassers in der Einfüllröhre und in der Steigeröhre sich bis auf die Höhe von 226 m ausgleicht,

1) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 27 (1883). S. 81. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1883. S. 279.

2) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. S. 24.

3) Rud. Doerfel in Technische Blätter. Prag 1886. Heft III u. IV.

4) Fickler in Preuß. Ztschr. 1878. Bd. 26. S. 233. — Hoppe, ebenda. S. 240; 1879. Bd. 27. S. 224. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. Leipzig 1876. S. 184. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1876. S. 339.

5) Nach Althans in Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 7 ist die Idee, gar kein Gestänge anzuwenden, sondern eine doppelt wirkende Treibmaschine in unmittelbarer Verbindung mit der Pumpe auf der Sumpfschale aufzustellen, zuerst von Reichenbach angegeben.

mit einem nutzbaren Gefälle von $597 - 226 = 371$ m, also mit derselben Kraft, als wenn sie sich in der Sohle des Ernst Auguststollens befände. Mit der tieferen Aufstellung hat man aber ein 226 m langes Gestänge erspart.

Andere unterirdische Wassersäulenmaschinen sind von den Firmen Hathorn, Davis, Campbell und Davey zu Leeds ¹⁾ und von Philipp Mayer in Wien ²⁾ konstruiert. Die Maschine von Mayer ist gleichfalls rotierend, arbeitet aber mit Expansion, welche durch Windkessel am Schieberkasten und an beiden Cylinderenden erreicht wird. Die Maschine hat einen sehr ruhigen Gang, kann 200 und mehr Umgänge in der Minute machen und hat sich für kleinere Druckhöhen bewährt.

§ 93. Wassersäulenmaschine der Zeche Prinz-Regent bei Bochum ³⁾. — Auf der Zeche Prinz-Regent bei Bochum hat man sich, um eine Reserve für die einzig vorhandene Gestängemaschine zu schaffen, nach dem Vorschlage des Ingenieurs Herbst in Bochum entschlossen, zunächst auf der Wettersohle eine direkt und doppelt wirkende Wassersäulenmaschine aufzustellen, welche ihr Kraftwasser aus einem über Tage befindlichen und von einer vorhandenen Dampfmaschine gespeisten Akkumulator empfängt. Der letztere preßt die Wasser bis auf 40 Atmosphären Druck, die Förderhöhe beträgt 100 m, und das gehobene Wasserquantum bei $7\frac{1}{2}$ Doppelhüben 2 cbm in der Minute. Der Gesamtnutzeffekt, gerechnet von der indizierten Dampfleistung bis zur Leistung der Pumpen unter Tage, ist auf 65 % ermittelt, also sehr hoch. Dabei wird der Wassersäulenmaschine ein sehr ruhiger Gang nachgerühmt.

Diese hier zum ersten Male durchgeführte Verbindung einer übertägigen Dampfkraftmaschine mit einer Wassersäulenmaschine unter Tage bietet für viele Fälle ohne Zweifel wesentliche Vorteile gegenüber den bisher meist angewendeten Systemen. Um nur einiges hervorzuheben, so wird durch diese Anordnung der Raum an der Hängebank in keiner Weise in Anspruch genommen; ferner kann man, wenn man von vornherein genügend weite Einfall- und Steigerohre gewählt hat, die Anlage über und unter Tage durch Hinzufügung von Maschinen beliebig verstärken, die Rohre bedürfen keiner Umwicklung und beanspruchen wenig Raum im Schachte, eine Wassersäulenmaschine arbeitet auch unter Wasser, wenn nicht Brüche oder sonstige Störungen eintreten.

Anmerkung. Die praktische Ausführung der Idee, mit einer Dampfkraftmaschine einen Akkumulator und aus diesem mehrere Wassersäulenmaschinen zu speisen, ist der erste Schritt, das Wasser aus der Vergessenheit, in welche es durch den Dampf — mehr als gerechtfertigt — gebracht war, hervorzuziehen und für die Technik dienstbar zu machen, sei es auch nur als Gehülfen des

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 643. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 220. S. 23.

²⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 647. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1876. S. 3. — B.- u. Hüttenm. Ztg. Leipzig 1876. S. 126. — Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 643.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 225.

Dampfes. Bis jetzt findet man auf größeren Gruben eine ganze Reihe von kleineren zerstreut liegenden Arbeitsmaschinen in sehr unvorteilhafter Weise (Verlust durch Kondensation, geringe Nutzleistung, viele Wartung) mit Dampfbetrieben; bei dem hier in Rede stehenden Systeme arbeitet eine genügend große Dampfmaschine in einen Akkumulator, aus welchem die Kraft für kleine Wassersäulenmaschinen oder auch Turbinen entnommen wird. Mit einer vorteilhaft arbeitenden Dampfmaschine wird man danach über und unter Tage Ventilatoren für Schmiedefeuer und Grubenzwecke, Kreissägen, dynamo-elektrische Maschinen, Ketten und Seilförderungen, Förderhaspel und Pumpen in Nebenschächten und Unterwerksbauen (S. 347) betreiben, Eisenbahnwagen bewegen (S. 416), eine Vorrichtung zum Einfallen von Wasser nach stattgehabter Explosion speisen können u. s. w., dabei auch bei weitem nicht die Verluste haben, welche mit der Anwendung von komprimierter Luft als Kraftübertragung verbunden sind. (Vergl. auch Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1886. Bd. 30. S. 161.)

§ 94. **Nicht rotierende unterirdische Wasserhaltungsmaschinen** ¹⁾. — Die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen ohne Schwungrad, auch amerikanische Pumpen genannt, zeichnen sich dadurch aus, daß sie wegen Mangels einer rotierenden Bewegung eine Anschlagsteuerung und zwar meistens mit einem Stoßschieber haben.

Die besonderen Vorteile dieser Maschinen sind: geringe Kosten, kleines Raumerfordernis, leichte Fundamentierung und schnelle Aufstellung.

Dagegen ist keine Expansion anzubringen, die Kolbenfläche muß aus diesem Grunde größer genommen werden, um den Widerstand gegen die Öffnung der Druckventile zu überwinden, und ist aus beiden Ursachen der Dampfverbrauch beträchtlich. Ferner ist der Gang der Maschinen ein unruhiger und veranlaßt häufige Betriebsstörungen. Man empfiehlt deshalb diese Pumpen nur für vorübergehende Zwecke und Druckhöhen von nicht mehr als 100 m. Die Kolbengeschwindigkeit soll 0,6 bis 0,7 m nicht übersteigen.

Die Fundamentierung kann unter Umständen schon durch einen gegen die Firste verstrehten Holzrahmen geschehen. Die Pumpen werden auch geneigt, wie auf ver. Mathildengrube und Königin Luisengrube (§§ 86, 88), oder vertikal aufgestellt.

Die wichtigsten Arten dieser nicht rotierenden Maschinen sind folgende:

- a. die Dampfpumpen von Baumann, ausgeführt von Decker & Co. in Cannstatt;
- b. von Maxwell & Co., ausgeführt von Hayward Tyler;
- c. das System von Cameron, ausgeführt von Tangye.

Die Decker'schen Pumpen ²⁾ werden häufig über Tage als Speisepumpen, seltener unter Tage angewendet.

Die Maschinen von Hayward Tyler ³⁾ besitzen eine komplizierte und

1) v. Hauer, a. a. O. S. 694.

2) Ebenda. S. 695.

3) Ebenda. S. 697. — The Mining Journal. 1872. S. 53; 1874. S. 1342.

nicht empfehlenswerte Steuerung, dagegen ist Cameron's Pumpe¹⁾, oder wie sie meistens genannt wird, die Tangyepumpe, unter den nicht rotierenden Maschinen am häufigsten in Anwendung, auch für größere Anlagen²⁾. u. a. auf den Gruben Königin Luise und König in Oberschlesien³⁾ auf der Bleierzgrube Heidberg bei Ränderoth, Glückhilfgrube bei Waldenburg u. s. w.⁴⁾

§ 95. **Kondensation.** — Eine wichtige Frage ist bei den unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen die Kondensation des verbrauchten Dampfes, damit derselbe nicht lästig fällt. Häufig läßt man den Dampf zu diesem Zwecke in den Sumpf ausblasen, wobei aber noch viel Dampf frei wird, weshalb vielfach die Dämpfe direkt in das Saugrohr geführt werden, aus welchem sie mit den angesaugten Wassern in das Druckrohr gelangen.

§ 96. **Ventile.** — Um den raschen Gang der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen ruhiger zu gestalten, ist es ganz besonders nötig, daß die Ventile sich schnell schließen, damit die Rückströmung des Wassers und damit hydraulische Stöße vermieden werden. Man giebt deshalb den Ventilen ein größeres Gewicht und einen möglichst großen Gesamtquerschnitt, wendet auch ausschließlich mehrsitzige Ventile, besonders Kugelventile (§ 55) und Pyramidenventile (§ 59) an. Die aus Messing bestehenden Kugeln werden gruppenweise in zwei Etagen auf messingenen Rahmen angebracht⁵⁾ und mit einer gitterartigen Haube zur gemeinschaftlichen Hubbegrenzung überdeckt.

In Friedrichsthal bei Saarbrücken enthält jedes Ventil 72 Kugeln, deren Abnutzung bei dem geringen Hube eine sehr mäßige ist.

§ 97. **Windkessel** sind für einfach wirkende Pumpen ohne Rotation eher schädlich als nützlich⁶⁾, bei rotierenden Pumpen aber sehr zweckmäßig, weil bei diesen das Wasser im Steigerohre weniger zur Ruhe kommt und der Windkessel deshalb starke Druckänderungen ausgleichen kann.

In neuerer Zeit vermeidet man meistens einen gemeinschaftlichen Windkessel, wendet vielmehr für jede einfach wirkende Pumpe einen oder zwei, für jede doppelt wirkende zwei oder vier Windkessel an, welche unmittelbar über den Druckventilen aufgestellt werden und bei ihren geringen Dimensionen aus Gußeisen bestehen können, während größere Windkessel aus starkem Kesselbleche anfertigt sein müssen. Mitunter kommen auch Saugwindkessel zur Anwendung (§ 22).

1) Uhland's Maschinenkonstrukteur. 1872. Jahrg. 5. S. 247. — Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre. Bd. 4. S. 623. — Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1874. Nr. 39. S. 369, 370. — v. Hauer, a. a. O. S. 697.

2) Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. 1870. Bd. 16. S. 225. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 205. S. 82. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1872. S. 347. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1872. S. 191, 238.

3) Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 298.

4) Ebenda. 1875. Bd. 23. S. 101, 102, 103.

5) v. Hauer, a. a. O. S. 684. Fig. 1057, 1058, 1059.

6) Ebenda. S. 686.

§ 98. **Umhüllung der Dampfrohren.** — Eine sorgfältige Umhüllung der Dampfzuleitungsrohren mit schlechten Wärmeleitern ist durchaus notwendig, einmal um die feuchte Wärme von dem Schachtholze fern zu halten, sodann auch, um Kraftverluste durch Kondensation des Dampfes zu vermeiden.

Auf Grube v. d. Heydt ¹⁾ (Kirschheckschacht Nr. 1) ist die aus schmiedeeisernen Röhren bestehende, 250 m lange Leitung zunächst mit einer 10 mm starken Schicht von Odernheimer'scher Papiermasse bedeckt, um die schädliche Einwirkung der zur eigentlichen Packung dienenden, 40 mm starken Schicht von Schlackenwolle ²⁾ zu vermeiden. Das Ganze ist mit einem Rohre von Zinkblech umgeben, welches aber die Flantschen frei läßt. Die letzteren befinden sich dann noch für sich in leicht lösbaren Zinkcylindern. Die Umhüllung kostet für ein Meter Rohr 3,19 Mk.

Auf den Kreuzgrabenschächten der Grube Sulzbach-Altenwald hält man die hygroskopische Eigenschaft der Schlackenwolle für die Ursache des starken Rostens der umhüllten Röhren und hat deshalb die Schlackenwolle mit hölzernen, geteerten Bindelatten umgeben ³⁾, das Ganze noch einmal mit Teer bestrichen und mit einer Hülse von Eisenblech umgeben. Die Kosten für ein Meter Rohr betragen 4,27 Mk.

In dem nassen Otto-Schachte zu Ösede ⁴⁾ wurde die Dampfleitung vor der Montage mit Zement angestrichen, darauf mit in Lehmbrei getränkten Strohseilen umwickelt und zwischen den Flantschen mit Beton umgossen, in welchen nach mäßiger Erhärtung der zum Anlegen der Schraubenschlüssel nötige Raum an den Flantschen ausgeschnitten wurde. Diese Umhüllung entspricht vollkommen ihrem Zwecke, auch hinsichtlich des Schutzes gegen Wärmestrahlung, indem der Druckverlust in der etwa 130 m langen Rohrleitung (bei $3\frac{1}{2}$ Atmosphären in den Kesseln) 0,15 kg nicht übersteigt.

In Gelsenkirchen ⁵⁾ wurden 20 bis 25 mm dicke Filzplatten, durch verzinkten Draht zusammengehalten, verwendet.

Endlich werden auch Holzdauben benutzt, welche durch Eisenreifen zusammengehalten werden. Bei allen Umhüllungen müssen jedoch die Flantschen leicht zugänglich bleiben.

1) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 248.

2) Wochenschrift deutscher Ingenieure. 1878. Nr. 47, 49, 52; 1879. Nr. 5.
Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 267.

3) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 267.

4) Ebenda. 1878. Bd. 26. S. 375.

5) Ebenda. 1876. Bd. 24. S. 158.

Kapitel IX.

Abteufpumpen.

§ 99. **Allgemeines.** — Beim Abteufen der Schächte bedient man sich am zweckmäßigsten der Hubpumpen. Druckpumpen, wie sie zu diesem Zwecke in Form von Dampfpumpen mitunter angewendet werden, sind unzweckmäßig. Dieselben müssen in Bezug auf Dampfdruck für die größte Tiefe berechnet sein, welche man mit dem Abteufen erreichen will, und arbeiten auch dann erst normal. Bis dahin findet der Dampfdruck beim Niedergange des Kolbens einen zu geringen Widerstand, der Niedergang erfolgt mit beschleunigter, der Aufgang aber mit normaler Geschwindigkeit. Die Achsen der Schwungräder, mit denen solche Pumpen versehen sein müssen, werden in kurzer Zeit abgedreht.

Die dabei entstehenden Betriebsstörungen treten noch häufiger ein, wenn man die Pumpe, was beim Abteufen durchaus wünschenswert ist, »anschnarchen«, d. h. das Wasser möglichst vollständig von der Schachtsohle wegnehmen läßt, weil dabei Luft mit angesaugt wird. Das letztere darf aber bei Druckpumpen überhaupt nicht vorkommen und sind schon aus diesem Grunde Hubpumpen zweckmäßiger.

Man unterscheidet:

- a. feste Abteufpumpen mit Schläuchern;
- b. bewegliche (fliegende) mit und ohne Schläucher.

§ 100. **Feste Abteufpumpen mit Schläuchern.** — Bei ihnen ist die Pumpe fest verlagert, nur das Saugrohr folgt durch Ausziehen des Schläuchers dem Abteufen allmählich nach.

Der Schläucher *a* (Fig. 765) wird durch eine Stopfbüchse am Degen *b* gedichtet. Der letztere steht aber nicht in fester Verbindung mit dem Kolbenrohre, damit man ihn je nach der Lage des tiefsten Einbruches seitlich verstellen kann. Gewöhnlich bedient man sich zur Verbindung einer im Inneren mit einer Spiralfeder versehenen Lederhose *h*.

Ist der Schläucher soweit ausgezogen, daß die Saughöhe 6 bis 7 m erreicht hat, so wird das Kolbenrohr vom Steigerohre gelöst und auf das vorher fertig gestellte Lager herabgesenkt. Die entstandene Lücke füllt man durch Einbringen eines neuen Rohrstückes am unteren Ende der Steigeröhren aus. Schließlich wird auch das Gestänge entsprechend verlängert und das Abteufen fortgesetzt.

Bei starken Wasserzugängen sind feste Abteufpumpen nicht zweckmäßig, weil das Senken zu viel Zeit beansprucht und das Wasser inzwischen aufgeht. Sonst aber sind sie einfach und billig, weil alle besonderen Vorrichtungen zum Senken fortfallen.

§ 101. **Bewegliche Abteufpumpen mit Schläuchern.** — Auch bei diesen Pumpen findet eine periodische Senkung statt, an welcher aber der ganze

Pumpensatz teil nimmt. Derselbe (p) hängt in Senkbäumen s (Fig. 766), an deren oberen Enden Verbindungsstangen g mit Senkschrauben m befestigt sind. Die Senkbäume führen sich in Lehlagern h und sind durch Querriegel verbunden, welche die Pumpe p unter den Flantschen mit einer Aushöhlung umschließen.



Fig. 765.
Schläucher und Degen.

Fig. 766.
Schraubensenkzeug.

Die Länge der Senkschrauben muß derjenigen des Schläuchers entsprechen. Die zugehörigen Muttern werden zweckmäßig an der Peripherie gezahnt und entweder mit einer Kurbel und Schnecke ohne Ende, oder nach Art der Bohrknarren mit Hebel und Schaltklinke bewegt. Um die durchaus nötige Senkung gleichmäßig zu gestalten, verwendet man wohl eine gemeinschaftliche Achse für beide Schrauben.

Hat nach beendigtem Senken das Kolbenrohr die für dasselbe vorbereitete Verlagerung erreicht, so wird es noch verstrebt. Darauf schraubt man die Senkschrauben in die Höhe und schaltet eine kurze Verbindungsstange ein, bis man die Senkbäume selbst um eine volle Länge ergänzen kann. Das Aufsetzen der Steigeröhren nebst einem Ausgußstücke findet am oberen Ende statt.

Anstatt der hölzernen Senkbäume verwendet man auch eiserne Senkschienen¹⁾, und anstatt der Senkschrauben das hydraulische Senkzeug von Nottebohm²⁾, welches sich auf Ferdinandgrube bei Kattowitz und neuerdings auch auf den Mansfelder Gruben bewährt hat. Dabei sind die

¹⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 732.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 244. — v. Hauer, a. a. O. S. 732.

Verbindungsstangen g der Senkbäume s (Fig. 767) oben durch eine Traverse q verbunden. Unter dieser befindet sich der Kolben p , welcher in das fest verlagerte Plungerrohr r taucht. Am unteren Ende desselben befindet sich ein Rohr k mit Hahnverschluß. Denkt man sich das Plungerrohr mit Wasser gefüllt, und den Mönchskolben in seiner höchsten Stellung, so erfolgt das Sinken einfach durch Öffnen des Hahnes und Ablassen des Wassers. Nach erfolgtem Senken löst man die Verbindungsstangen vom Senkbaume, preßt mittelst einer kleinen Pumpe Wasser in das Plungerrohr und bringt damit den Kolben mit den Verbindungsstangen in die höchste Stellung. Diese Einrichtung kostet nur die Hälfte mehr, als Schraubensenkzeug, sie ist aber weit sicherer und bequemer zu handhaben, als dieses.

Fig. 767. Hydraulisches Senkzeug von Nottebohm.

Fliegende Sätze mit Schläucher sind vielfach angewendet; das Senken beansprucht wenig Zeit, und der Wasseraufgang schadet nicht, weil die Pumpe am unteren Ende immer fertig ist.

§ 102. **Bewegliche Abteufpumpen ohne Schläucher.** — Den geringsten Aufenthalt beim Senken hat man bei den beweglichen Pumpen ohne Schläucher. Dieselben bilden in ihrer ganzen Länge eine steife Verbindung und stehen mit dem birnförmigen Korbe des Saugrohrs in der Schachtschle auf, jedoch nicht mit ihrem ganzen Gewichte, sondern nur so weit, daß sie eben von selbst sinken, sobald ihnen mit dem Vertiefen der Schachtschle der Boden entzogen wird. Zu diesem Zwecke sind die Pumpen am besten an Erdwinden aufgehängt. Auf Königin Luisengrube in Zabrze (Oberschlesien)¹⁾ bestanden letztere aus senkrechten Wellbäumen von 630 mm Stärke und 3,75 m Höhe; um diese waren 50 mm starke Drahtseile gelegt, welche als Flaschenzüge die Senkbäume der Pumpen trugen. In der Höhe von 4 m über dem Boden haben die Wellen zwei in entgegengesetzter Richtung angebrachte Zugbäume (Deichsel beim Pferdegepöpel), an deren Enden Schlitten befestigt sind. Dieselben schleifen an der Erde und werden so weit mit Gewichten beschwert, daß die dadurch entstehende Reibung um etwas geringer ist, als das Gewicht der Pumpe. Genügt eine Erdwinde nicht, so legt man deren mehrere in eine Richtung und läßt das Seil von einem Wellbaume zum andern gehen.

Außer den Erdwinden braucht man auch noch Dampfkabel, um ein etwaiges Aufholen der Pumpen rascher bewerkstelligen zu können.

Da sich die Pumpe mit dem Abteufen allmählich senkt, so muß das Kolbenrohr etwas länger sein, als der doppelte Kolbenhub. Der Kolben arbeitet dabei anfänglich im unteren, schließlich aber im oberen Teile des Kolbenrohres. Ist die Pumpe bis zu diesem Punkte vom Kolben abgezogen,

1) Schantz in Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 23. S. 223.

dann muß das Gestänge entsprechend verlängert und der Kolben wiederum hinabgeschoben werden.

Das Aufsetzen der Steigeröhren, sowie das Ergänzen der Senkbäume findet ebenso, wie bei den beweglichen Pumpen mit Schläuchern, am oberen Ende statt.

Die Führungen der Senkbäume oder Senkschienen müssen so eingerichtet sein, daß diese sich nirgends aufsetzen können.

Kapitel X.

Andere Mittel zur Wasserhaltung.

§ 103. **Allgemeines.** — Die bisher besprochenen Pumpen waren ausschließlich für Schächte oder einfallende Strecken, immer aber für Wasserhebung auf größere Höhen bestimmt.

Beim Betriebe der Grubenbaue kommen aber außerdem zahlreiche Fälle vor, wo es sich darum handelt, erschotene geringe Wasserzugänge auf kleine Höhen, oder größere Massen zeitweilig, und um den Pumpen zu helfen, auf bedeutendere Höhen zu schaffen.

Unter den durch die Litteratur bekannt gewordenen Apparaten haben die meisten nur historisches Interesse, und werden beim Grubenbetriebe kaum angewendet, weshalb deren spezielle Beschreibung hier übergangen werden kann. Dahin gehören: Wasserwippe, Zickzackmaschine, Wurfrad, Stoßheber oder hydraulischer Widder ¹⁾, Schlauchmaschine, Schöpfrad ²⁾, Wasserschraube und Wasserschnecke ³⁾, Schwungpumpe von Langsdorf ⁴⁾, Luftmaschine von Höll ⁵⁾, Kettenkünste oder Paternosterwerke ⁶⁾ u. s. w.

Außerdem giebt es noch eine größere Zahl von Apparaten, welche für die Wasserhebung auch jetzt noch Anwendung finden, aber mehr über Tage für Bau- und landwirtschaftliche Zwecke; auch in Bezug auf diese kann auf die einschlagende maschinentechnische Litteratur verwiesen werden.

§ 104. **Wasserhebung mit Eimern und Schaufeln.** — Die einfachste Art der Wasserhebung ist diejenige mit Eimern und Schaufeln, welche angewendet wird, wenn das Wasser nur auf geringe Höhen, etwa über einen Damm hinweg, zu schaffen ist. Kann man dabei voll schöpfen, dann sind Eimer zweckmäßig, handelt es sich aber darum, die Sohle eines Ortes trocken zu erhalten, z. B. beim Betriebe eines mit schwachem Einfallen betriebenen

1) Weisbach, a. a. O. S. 750.

3) Ebenda. S. 844, 849.

5) Ebenda. S. 977.

2) Ebenda. S. 794.

4) Ebenda. S. 834.

6) Ebenda. S. 799.

Gegenortes, dann sind muldenförmige Schaufeln, mit denen man das Wasser aus den tiefsten Stellen »auspfützen« kann, zweckmäßiger.

§ 105. **Strahlpumpe.** — Die Dampfstrahlpumpe oder der Injektor von Giffard¹⁾ ist beim Bergbau vielfach angewendet. Allerdings ist der Dampfverbrauch sehr viel größer, als bei Dampfmaschinen, indes sind jene Apparate wegen ihrer Billigkeit, leichten Bewartung, sowie wegen ihrer schnellen und nur wenig Raum beanspruchenden Aufstellung für vorübergehende Zwecke zu empfehlen. Auch kann statt Dampf Wasser angewendet werden.

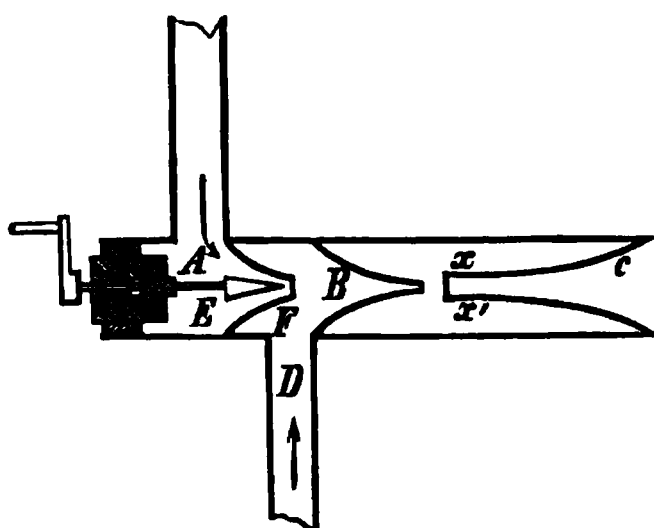


Fig. 768. Dampfstrahlpumpe.

Das Prinzip des Injektors ist folgendes: Bei A (Fig. 768)²⁾ strömt Dampf ein, geht nach dem Zurückziehen der Spindel E durch die Düse F und saugt durch D Wasser an, welches sich in der Mischdüse B mit dem Dampfe mischt und denselben kondensiert. Dadurch wird dem zutretenden Wasser der nötige Überdruck verliehen, um durch die Öffnung x hindurch und bei c mit entsprechend großer Geschwindigkeit ausströmen, bzw. in einem dort angeschlossenen Rohre aufsteigen zu können.

Auf der Grube Iduna bei Bochum³⁾ wurden die Wasser aus einem tonnenlängigen Schachte auf 20 m seigere Höhe gehoben und die Leistung betrug in der Minute 0,309 bis 0,371 cbm Wasser, welches dabei von 10° auf 25° C. erwärmt wurde. — In Friedrichsthal bei Saarbrücken⁴⁾ wurden in der Minute 0,022 bis 0,025 cbm Wasser auf 17 m Höhe gehoben. — Auf Gräfin Lauragrube in Oberschlesien⁵⁾ wird die Wasserhaltung in einer 127 m langen einfallenden Strecke, bei 11° Einfallen von 4,4 m Seigerteufe, mit einem Injektor besorgt, welcher 0,093 cbm in der Minute hebt.

Die Druckpumpe (der Injektor) von Friedmann⁶⁾, sowie die Wasserstrahlpumpe von H. Flottmann & Co. in Bochum beruhen auf demselben Prinzip.

In neuerer Zeit haben sich die Strahlapparate von Körting in Hannover⁷⁾ vielfach Eingang verschafft. So ist u. a. auf der Steinkohlenzeche

1) Weisbach, a. a. O. S. 1190. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1862. S. 27.

2) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 532.

3) Ebenda. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. Bd. 9. S. 236. — Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 67.

4) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 67.

5) Serlo, a. a. O. 1884. II. S. 533. — Zeitschr. d. oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1874. S. 111. — Berg- u. hüttenm. Ztg. Leipzig 1874. S. 347.

6) Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. Bd. 16. S. 116. — Bull. de la soc. de l'ind. min. Paris. sér. 2. t. I. p. 539.

7) Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. Bd. 17. S. 757; Bd. 20. S. 374. — Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 248.

Dahlbusch bei Gelsenkirchen ein solcher Apparat im Gange, welcher zum Heben der ca. 125 l in der Minute betragenden Wasserzuflüsse einer neu angelegten Sohle dem 30 m höher stehenden untersten Drucksatze zubringt. Der Apparat ist mit dem Steigerohre des letzteren durch eine Druckleitung von 39 mm Durchmesser in Verbindung gesetzt und hat ein Steigerohr von 124 mm lichter Weite. Bei einem Verbräuche von 60 bis 90 l Kraftwasser mit 14 Atm. Druck hebt der Apparat 370 l Wasser. Durch Drehen eines Hahnes zwischen Druckrohr und Steigerohr wird derselbe in oder außer Thätigkeit gesetzt.

§ 106. **Montejus.** — Ein in Zuckerfabriken zum Heben des Zuckersaftes dienender Apparat, bei welchem die Flüssigkeit durch direkten Dampfdruck gehoben wird, der Montejus ¹⁾, ist bei Rappitz im Kladnoer Kohlenreviere zur Wasserhebung benutzt.

§ 107. **Pulsometer** ²⁾. — Diese vom Amerikaner Hall konstruirten, auf dem Principe der Savary'schen Dampfmaschine beruhenden, neuerdings vielfach verbesserten Apparate werden ebenfalls mit direktem Dampfdrucke betrieben. Die Fig. 769 u. 770 ³⁾ zeigen einen Pulsometer älterer Konstruktion im Längs- und Querschnitte. Der Dampf strömt durch das Rohr *E* und je nach Stellung der Kugel *e* in eine der beiden Kammern *p* und *p*₁. Am unteren Ende derselben sind zwei, als Saugventile fungierende Kugeln *s* und *s*₁ angebracht; im Saugrohr *S* befindet sich ein Fußventil. Das Saugrohr steht mit einem Saugwindkessel *w* in Verbindung. Der untere Teil der Kammern *pp*₁ ist durch zwei Kanäle *cc'* von halbrundem Querschnitte mit dem kugelförmigen Druckventile *d* (Fig. 770) verbunden,

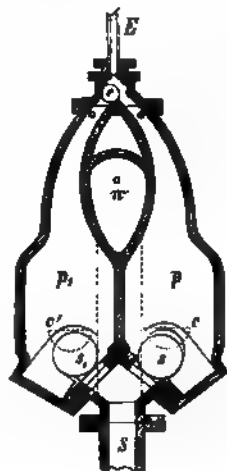


Fig. 769.

Pulsometer.

Fig. 770.

welches je nach seiner Stellung das Wasser entweder aus *c* oder *c'*, daher aus der Kammer *p* oder *p*₁ in das Steigerohr *D* gelangen läßt.

Bei der gezeichneten Stellung der Kugel *e* tritt der Dampf in die vor dem Anlassen mit Wasser gefüllte Kammer *p* und drückt das letztere hinaus. Hat der Dampf die Mündung des Kanales *c* erreicht, so tritt ein Teil desselben

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1870. S. 249. — Glückauf. Essen 1870. Nr. 37. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. Bd. 15. S. 354.

²⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1880. S. 289; 1883. S. 279.

³⁾ v. Hauer, a. a. O. S. 764.

mit dem Wasser in das Steigerohr, infolge dessen strömt etwas Wasser in die Kammer zurück, bewirkt die Kondensation des Dampfes und damit die Bildung eines luftverdünnten Raumes in der Kammer p , welcher wiederum einerseits das Umschlagen des Ventiles e und andererseits ein Ansaugen des Wassers durch S veranlaßt. Das letztere füllt aber nicht allein die Kammer p , sondern auch, soweit es die sich erhöhende Spannung der Luft gestattet, auch den Windkessel w .

Nach dem Umschlagen des Ventiles e tritt der Dampf in die Kammer p_1 , in welcher sich derselbe Vorgang wiederholt.

Das in den Windkessel w eingetretene Wasser fällt nun gleichzeitig mit dem aus dem Steigerohre zurückströmenden in diejenige Kammer hinein, aus welcher das Wasser soeben herausgepreßt ist, und beschleunigt dadurch die Kondensation.

Die neueren Pulsometer erhalten statt der Kugelventile s und d Gummiklappen. Auch die Kugel e ist durch einen Steuerkeil ersetzt, welcher auf der Friedrichsgrube in Tarnowitz die in Fig. 771 dargestellte Form erhielt.

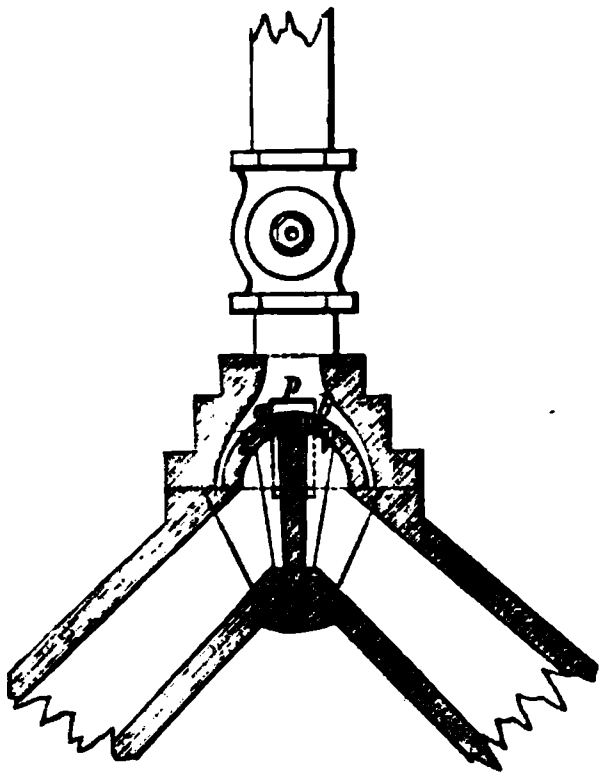


Fig. 771. Pulsometer mit Steuerkeil.

Derselbe stützt sich unten in einer Nut und schlägt oben an die Schlitzflächen ab eines halbkugelförmigen Ventilsitzes V . Ein über dem Steuerkeile befindlicher Blechbügel p verhindert, daß der Dampf den ersteren von oben treffen kann.

Der gute Erfolg der neueren Ventilkonstruktion macht sich durch eine Zunahme der Pulsationen von 45 auf 48, durch geringeres Schlagen des Steuerkeiles und durch Zunahme des gehobenen Wasserquantums gegenüber der bisherigen Anordnung des Steuerkeiles bemerkbar¹⁾.

Hinsichtlich der Vorteile und Nachteile gleichen die Pulsometer den Dampfstrahlpumpen. Ihre Verwendung zum Abteufen erscheint nicht zweckmäßig, weil sie das Ansaugen von Luft ebenso wenig ertragen können, wie die Dampfmaschinen (§ 99). Für dauernden Betrieb als Schachtpumpen, namentlich zum Heben größerer Wassermengen, sind die Pulsometer des großen Dampfverbrauches wegen nicht zweckmäßig; die Leistung wird bei größeren Pulsometern zu 5000 mkg auf 1 kg Dampf angegeben, dies würde 54 kg Dampf für Pfdkr. und Std. entsprechen. Dagegen sind Pulsometer namentlich in Vergleich gegen lebende Arbeitskräfte und in solchen Fällen, wo es in erster Linie auf Handlichkeit und Bequemlichkeit ankommt, sehr vorteilhaft zu verwenden.

1) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 247.

2) Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. 1886. Bd. 30. S. 16.

An mehreren Punkten ¹⁾ sind die Versuche mit Pulsometern nicht günstig ausgefallen, wogegen an anderen, wie in der Braunkohlengrube Hermania bei Reichenwalde ²⁾, auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz ³⁾, auf den Gruben Bleischarley und Neue Fortuna in Oberschlesien die Leistungen befriedigen, besonders nachdem durch Anbringen einer zweiten Einspritzöffnung zwischen den Druckkanälen und den Pumpenkammern eine neue wesentliche Verbesserung eingeführt ist.

In einer Bleierzwäsche zu Tarnowitz arbeitet ein Pulsometer ökonomisch nicht unvorteilhafter, wie die gewöhnlichen Dampfpumpen ohne Expansion und Kondensation. Dagegen verhielt sich auf einer Siegener Grube der Kohlenverbrauch einer eincylindrigen Wasserhaltungsmaschine zu demjenigen eines Pulsometers und einer Compoundmaschine ungefähr wie 10 : 20 : 4.

Die größten Dimensionen der Ausführung sind 2,4 m Höhe, 1,9 m Länge und 1,4 m Breite; bei 20 bis 30 m Förderhöhe ist dann die Leistung 0,08 cbm in der Sekunde. Die Saughöhe soll nicht größer als 4 bis 5 m sein.

Schließlich sind noch die »Präcisions-Pulsometer« von Koch, Bantelmann & Paasch in Buckau-Magdeburg, sowie die Verbesserungen an den Steuerungen dieser Apparate zu erwähnen, vergl. das Patentverzeichnis am Schlusse dieses Abschnittes.

§ 108. **Siphonoid.** — Die Saugkraft des »Siphonoides« (Wasserhebeapparat, Patent Hambruch) beruht ebenfalls auf der Kondensation des in ihm thätig gewesenen Dampfes, nur bildet sich das Vakuum nicht in demselben Raume, in welchem der Dampf vorher wirkte, sondern es ist ein besonderer Kondensator vorhanden, welcher durch den Apparat in Thätigkeit gehalten wird, dadurch das Vakuum herstellt und erhält.

Beim Gebrauche des Apparates auf Zeche Margarethe bei Aplerbeck haben sich jedoch Mängel gezeigt, welche seine Anwendung für Grubenzwecke bei der jetzigen Konstruktion unthunlich erscheinen ließen. Ebenso hat man zwei Siphonoide in Lintorf bei Düsseldorf, wo sie zum Abteufen eines Versuchschachtes benutzt wurden, abgeworfen, weil sich herausstellte, daß sie nur in ganz klarem Wasser arbeiten konnten; wurde dasselbe unrein, so versagten die Ventile wegen des auf ihnen abgelagerten Schlammes, und weil sowohl die saugende, als auch die drückende Kraft zu gering ist, um selbst schwache Hindernisse zu überwinden.

§ 109. **Heber.** — Ein sehr einfacher und in vielen Fällen beim Grubenbetriebe zweckmäßig zu verwendender Apparat ist der Heber. Derselbe besteht für Grubenzwecke aus Röhren von Zinkblech oder Gußeisen, beide gewöhnlich mit Flantschenverbindung, hat einen kurzen Schenkel zum Ansaugen und einen längeren zum Ausfließen des Wassers. Der erstere muß,

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 235.

²⁾ C. Eichler, Über Pulsometer. Berlin 1878. — v. Hauer, a. a. O. S. 766.

³⁾ Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 375; 1880. Bd. 28. S. 247; 1884. Bd. 29. S. 253.

⁴⁾ Ebenda.

weil das Empordrücken des Wassers durch den Druck der Atmosphäre erfolgt, weniger als 10 m Seigerhöhe haben. Danach ist der Heber keine eigentliche Wasserhebemaschine, sondern ein Apparat, welcher das Wasser über eine Höhe von weniger als 10 m nach einem Punkte schafft, welcher tiefer liegt, als die Einsaugeöffnung des Hebers.

Der Heber bietet wesentliche Vorteile. Sein Betrieb erfordert keine bewegende Kraft, mithin auch keine Kosten, und bleibt bei entsprechender Aufsicht in ununterbrochenem Gange.

Die einzigen Störungen werden durch die Luft veranlaßt, sobald sich dieselbe in so großer Menge am höchsten Punkte im Heber ansammelt, daß die Wassersäule abgerissen wird. Man muß deshalb die Luft durch dichte Verbindung der Röhren, event. auch durch Bestreichen von Gußeisenröhren mit Teer, sowie ferner dadurch fern zu halten suchen, daß man beide Mündungen stets unter Wasser hält.

Bei Muffenverbindung der Röhren erfolgt die Dichtung durch Eisenkitt, bei Flantschen durch Ringe von Blei, Leder, Kautschuk u. s. w.

Die trotz aller Vorsicht sich ansammelnde Luft wird durch Luftpumpen oder andere am höchsten Punkte des Hebers anzubringende Apparate¹⁾ entfernt.

An der Eintrittsöffnung soll sich ein einfaches, selbstthätiges Teller- oder Klappenventil, am Ausflusse dagegen, welcher sich in einem Wasser-

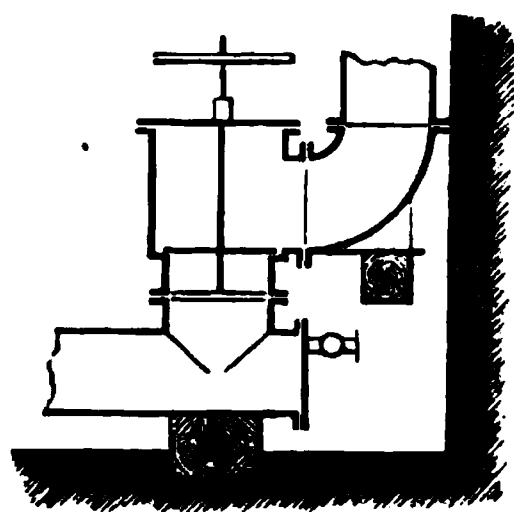


Fig. 772. Heberventil.

kasten befinden muß, ein stellbares Ventil befinden. Dasselbe hat am Raibler See die in Fig. 772 dargestellte Einrichtung²⁾.

Damit ist der Vorteil verbunden, daß man nur die Ausflußöffnung zu regulieren hat und zwar so lange, bis der Wasserspiegel im Saugebehälter unverändert bleibt, mithin der Ausfluß dem Zuflusse genau entspricht. Das Einlaßventil regelt sich dabei von selbst, schlägt aber zu, wenn bei einer Störung im Betriebe des Hebers das Wasser eine rückläufige Be-

wegung machen sollte, so daß das Steigerrohr voll Wasser bleibt.

Der Heber wird am einfachsten in Gang gesetzt, indem er durch ein am höchsten Punkte eingeschaltetes Trichterstück mit Wasser gefüllt und so- dann die vorher geschlossene Ausströmung geöffnet wird. Nur wenn dieses Verfahren etwa wegen Mangels an Wasser nicht ausführbar ist, legt man eine saugende Luftpumpe vor die Ausströmung, beim Betriebe braucht dieselbe nicht thätig zu sein. Bringt man die Luftpumpe, wie es ebenfalls geschieht, am höchsten Punkte an, dann kann man sie auch während des Betriebes zur Entfernung der angesammelten Luft benutzen.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1858. S. 394. — v. Hauer, a. a. O. S. 777.

2) v. Hauer, a. a. O. S. 775.

Nach v. Hauer ist es zweckmäßig, dem Lagerrohre, d. h. der Verbindung zwischen Steige- und Fallrohr, eine Neigung nach letzterem zu geben, damit sich die Luft über dem Steigerohre ansammeln kann.

Von ausgeführten größeren Heberanlagen sind folgende zu nennen.

Am Ernst Auguststollen im Felde der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal¹⁾ hatte das Steigerohr $4\frac{1}{2}$ m seigere Höhe, das Lagerrohr 800 m, das Fallrohr 10 m Länge. Die Röhren bestanden aus Zinkblech, waren 156 mm weit und hatten 2 mm Wandstärke. Das anfängliche Einbiegen der Röhren durch den äußeren Luftdruck hörte auf, sobald man den stellbaren Verschuß am Steigerohre durch ein selbstthätiges Ventil ersetzt hatte.

Zu Diepenlinchen bei Stolberg²⁾ kam ein Heber von 170 m Rohrlänge in Anwendung, in Raibl³⁾ beträgt die Gesamtlänge der Röhren 2021 m, der Durchmesser 40 cm.

Auf vereinigte Mathildengrube in Oberschlesien wurde auf einer oberen (138 m) Sohle eine einfallende Strecke im Gerhardflötze getrieben, um dasselbe zum Abbau vorzurichten, bevor in der 164 m Sohle mit einem Querschlage ins Liegende und einem Überbrechen an einem Sprunge die Ausrichtung erfolgen konnte. Die Wasserzuflüsse waren reichlich, wurden aber durch eine einfache Heberanlage ohne jede Schwierigkeit beseitigt. Übrigens dürfte es sich in solchen Fällen empfehlen, das untere Ende des Steigerohres mit einem Schlauch zu versehen, um dasselbe mit dem Vorrücken der einfallenden Strecke u. s. w. bequem verlängern zu können.

§ 110. Wasserhebung am Förderseile. — Die Wasserhebung am Förderseile oder das Wasserziehen geschieht entweder dauernd oder vorübergehend, mit dem Haspel oder der Fördermaschine.

Das dauernde Wasserziehen wendet man zur Ersparung der Pumpenanlagen bei geringen Wasserzuflüssen an. Auf den Gruben Bölhorst und Laura bei Minden hatte man zu dem Zwecke unter den Förderkörben Wasserkasten mit Klappen an den Seitenwänden nahe am Boden angebracht, welche sich beim Aufsetzen am Füllorte im Sumpfe füllten und durch Aufziehen der Klappe an der Hängebank entleert wurden.

Bei Haspelförderung wendet man Wasserzuber an, welche nach oben enger werden, um das Ausschütten des Wassers beim Schwanken des Gefäßes zu vermeiden. Die Zuber fassen 0,06 bis 0,12 cbm, die Leistung beträgt für einen Arbeiter und die achtstündige Schicht nach Bornemann⁴⁾ 135 000 kg.

Zuber oder Kübel werden wie Bergekübel entleert, also entweder direkt am Schachte durch Ausstürzen in einen Wasserkasten mit Gerinne oder dadurch, daß man den mit Zapfen versehenen Zuber auf einen Gestellwagen setzt und am Rande der Halde umkippt.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1858. S. 273.

2) Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 182.

3) v. Hauer, a. a. O. S. 779.

4) Freiburger Jahrbuch 1872. S. 158. — v. Hauer, a. a. O. S. 748.

Beim Abteufen mit der Fördermaschine verfährt man in derselben Weise, nur mit dem Unterschiede, daß man entsprechend größere Kübel oder Tonnen anwendet. Findet aber das Wasserziehen in versoffenen Schächten zur Hilfe oder an Stelle der Wasserhaltungsmaschine, also vorübergehend statt, wobei die Tonne vollständig ins Wasser taucht, so giebt man der letzteren ein Bodenventil, welches sich beim Einlassen ins Wasser von selbst öffnet. Auf der Hängebank schiebt man entweder ein auf Rädern fahrbares Gerinne unter die Tonne und hebt das mit einer Stange versehene Ventil an, oder man zieht die Tonne aus dem Schachte heraus und läßt sie in einem Kasten aufsetzen, welcher mit einem, zum Aufstoßen des Ventiles bestimmten Dorne versehen ist. Die vom Wasserkasten ausgehenden Gerinne müssen das Wasser so weit fortführen, daß es nicht durch das Haldengebirge in den Schacht zurückfallen kann.

Im allgemeinen ist diejenige Methode des Entleerens die beste, welche am wenigsten Zeit und Arbeitskräfte erfordert. Man soll deshalb beim Sumpfen versoffener Gruben das Fahren des Wassers über Tage möglichst vermeiden und dasselbe vom Schachte aus selbstthätig abfließen lassen. Aus diesem Grunde ist es nicht zweckmäßig, das Wasserziehen mit Wasserwagen vorzunehmen, welche in Förderkörben stehen, oben teilweise geschlossen und am Boden mit einem Ventile versehen sind, zumal dadurch die tote Seillast bedeutend vermehrt wird.

Dagegen hat man vielfach in Schächten mit Gestellförderung Wasserkasten¹⁾ aus Holz oder besser aus Eisen mit einem Inhalte bis zu 3 cbm angewendet, welche die Fördertrümmer ganz ausfüllen. Dieselben sind am unteren Ende, um das Einsinken ins Wasser zu erleichtern, zugeschärft, haben ein Bodenventil und daneben bisweilen noch ein möglichst großes Entleerungsventil; dasselbe wird entweder aufgezogen, oder mittelst einer Hebelvorrichtung an der nach oben gehenden Stange gegen einen festen Widerstand gestoßen und selbstthätig geöffnet.

Das Entleerungsventil, deren man übrigens auch mehrere anbringen kann, wird zweckmäßig an die dem Abflusse zugekehrte Seite gelegt und ein feststehender Abflußkasten möglichst dicht an den Schacht gebracht. Da hierbei Wasserverluste gegen das Ende der Entleerung, wo der Druck nachläßt, unvermeidlich sind, so kann man die Ausflußöffnung des Kastens mit einer Lederhose versehen, welche vor dem Öffnen des Ventiles in den Kasten gelegt wird. Auch kann man in der vorhin schon erwähnten Weise ein kurzes fahrbares Gerinne unterschieben, welches in einen tiefer liegenden und mit weiteren Abflußgerinnen versehenen Kasten ausgießt.

Bei hölzernen Kasten muß der Boden von allen Seiten her nach dem Entleerungsventile geneigt sein, weil sonst der letzte Rest des Wassers zu langsam ausfließt.

1) v. Hauer, a. a. O. S. 752.

B. Verdämmung¹⁾.**Kapitel XI.****Verdämmung in Strecken.**

§ 111. **Allgemeines.** — Das Anbringen von Dämmen in Strecken hat den Zweck, den Wasserzufluß dauernd oder zeitweilig abzusperren. Im letzteren Falle muß eine Abflußvorrichtung angebracht sein, im ersteren legt man nur dann ein Abflußrohr ein, wenn man dem Wasser während des Dammbaues einen Abfluß verschaffen muß. Dieses Rohr wird später fest verschlossen.

Bei allen Arten von Dämmen ist das sorgfältige Auswählen und Herrichten der Dammstelle von großer Wichtigkeit. Das Gestein an der Dammstelle muß fest und unzerklüftet sein, die letztere selbst glatte Flächen bilden, welche durch Schlägel und Eisen hergestellt werden, nur bei großer Eile ist es gerechtfertigt, mit Sprengen vorzuarbeiten und die Vertiefungen mit Zement zu verstreichen; jedoch ist der Erfolg immer fraglich.

Muß beim Einbauen des Dammes auf der Rückseite desselben gearbeitet werden, so ist eine Öffnung (Mannloch) zu lassen, welche erst ganz zuletzt geschlossen wird.

Das Material für die Dämme ist Eichenholz oder Stein. Bei den hölzernen Dämmen wirkt der Wasserdruck entweder rechtwinklig gegen die Längsrichtung — Balkendämme — oder gegen das Hirnholz — Keilverspündungen. Balkendämme sind entweder liegend oder stehend, je nachdem die Hölzer die geringste Länge bekommen.

§ 112. **Stehende Balkendämme.** — Diejenigen Gesteinsflächen, welche vom Hirnholze der Balken berührt werden, führt man von der Wasserseite her mit Schlägel und Eisen unter einem Winkel von 20° zu, während die beiden anderen Flächen unter sich parallel bleiben. Die Breite der Flächen soll die Stärke des Dammes um $\frac{2}{3}$ übersteigen, damit derselbe vom Wasserdrucke etwas vorgeschoben werden kann.

Um beim Einbauen des Dammes in der Sohle arbeiten zu können, wird vor und hinter der Dammstelle ein Betondamm zwischen zwei Pfostenlagen hergestellt und das Wasser in einem Gerinne übergeführt.

Die schräg zugeführten Flächen in Firste und Sohle werden mit einer Mooslage und diese wieder mit Brettstücken bedeckt, deren Längsfasern in der Streckenrichtung liegen. Sodann werden die auf drei Seiten beschlagenen, vorher passend zugeschnittenen, Balken von den Wangen nach der Mitte zu fortschreitend, eingebracht und an den Enden gegen die bei der Zuführung

¹⁾ Karsten's Archiv. Bd. 14. S. 39; Bd. 25. S. 3. — Preuß. Zeitschr. 1857. Bd. 4. S. 139. — Ponson, a. a. O. t. III. p. 373. — Gaetzschmann, in Jahrb. f. den B.- u. H.-Mann. Freiberg 1844. S. 25. — Berggeist. 1866. S. 297, 305.

der schrägen Flächen gebildete Gesteinsbrust durch Streben *s* (Fig. 773) befestigt, damit sie beim nachherigen Verkeilen nicht ausweichen können.

Die Balken an den beiden Streckenwangen werden so zugearbeitet, daß vorn ein 26 mm weiter Raum bleibt, während sie hinten dicht anschließen, damit man demnächst die Dichtung und Verkeilung anbringen kann.

Der mittlere Balken, welcher schon vorher zurückgeschoben war, wird schließlich mittelst eines Bolzens *b* (Fig. 773, 774), sowie einer Winde herangezogen und bis zur beendeten Verkeilung festgehalten. Der Bolzen trägt hinten eine festgestellte Schraubenmutter, welche durch entsprechende Drehung des Bolzens abfällt, worauf derselbe herausgezogen und das Loch durch einen eingeschlagenen Spund und durch Kreuzkeile geschlossen werden kann.

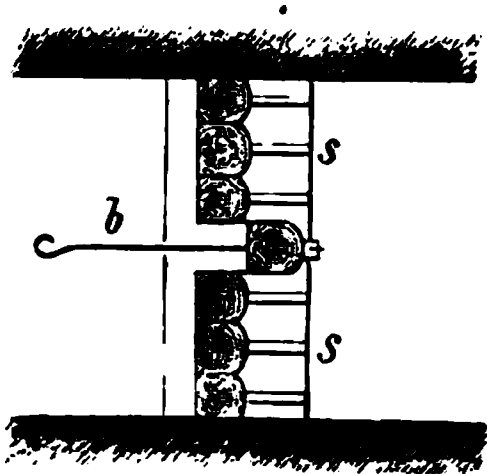


Fig. 773.
Stehender Balkendamm (Grundriß).

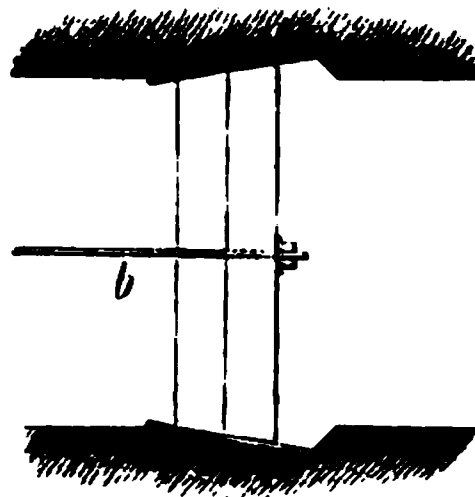


Fig. 774.
Stehender Balkendamm (Aufriß).

Nach dem Einbringen des mittleren Balkens werden zunächst sämtliche Fugen von den Streckenstößen nach der Mitte zu mit geteertem Werg oder Moos verstopft, worauf, von der Mitte aus beginnend, eine Verkeilung zuerst mit Flachkeilen, sodann mit Spitzkeilen aus hartem Holze in derselben Weise erfolgt, wie es beim Pikotieren der Keilkränze (VI. Abschn., §§ 76, 82, 84) beschrieben ist.

Dicht unter der Firste wird gewöhnlich einer der Balken durchbohrt, um die eingeschlossene Luft herauszulassen. Bringt das Loch Wasser, so wird es ebenfalls verschlossen. Man erreicht damit jedenfalls den Vorteil, daß die ganze Hinterfläche des Dammes von Wasser berührt und dadurch besser gegen Fäulnis geschützt wird.

Vor dem Damme wird dann schließlich eine starke Verstrebung angebracht, um ein Durchbiegen der Balken zu verhüten.

Dergleichen stehende Dämme können bei 52 cm Stärke einen Wasserdruck bis zu 80 m Höhe oder rund 9 Atmosphären aushalten.

§ 113. **Liegende Balkendämme.** — Das Gestein bekommt nach der trockenen Seite hin einen geraden Stoß, vor welchen die einzelnen Balken gelegt, auf der hinteren Seite gedichtet und verkeilt werden. Die auf der Rückseite des Dammes beschäftigten Arbeiter finden schließlich einen Ausgang durch ein Mannloch, welches auf der Wasserseite mit einer auf Latterscheiben schlagenden Klappe verschlossen wird.

Zu den liegenden Dämmen gehören auch die Schleusendämme¹⁾, welche bei Lüttich in 4 m hohen Strecken angewendet sind. Die Balken werden so gelegt, daß sie in der Mitte nach der Wasserseite hin eine keilförmige Fuge bilden (Fig. 775).

§ 114. **Keilverspündungen**²⁾. — Die Keildämme oder Keilverspündungen sind zuerst im sächsischen Erzgebirge ausgeführt; sie haben sowohl im ganzen, als auch in den einzelnen Teilen die Form eines abgestumpften Kegels, dessen Grundflächen den Oberflächen zweier Kugeln angehören, während die Seitenflächen in der Ebene des zugehörigen Radius liegen.

Ein Keildamm wirkt wie ein Spund, welcher zwischen entsprechend zugearbeiteten Flächen in eine Strecke eingetrieben wird. Die Zuführung muß aber um das $1\frac{1}{2}$ bis 2fache breiter sein, als der Damm, weil derselbe später durch den Wasserdruck vorgetrieben wird.

Der Radius, nach welchem die Dammstelle ausgestuft wird, beträgt etwa 6 m. Der Mittelpunkt wird durch ein, an einer fest eingebauten Strebe eingeschlagenes Häkchen festgelegt und von diesem aus eine Schnur gespannt, welche an allen Punkten der zuzuführenden Gesteinsfläche anliegen muß.

Die fertige Dammstelle wird mit Letten abgetrocknet, darauf in der Sohle mit geteelter Leinwand belegt, welche auf beiden Seiten überragt, und dann die erste Balkenlage, von den Seiten her anfangend, eingebracht. Der Schlußkeil, welcher nur zur Hälfte der Länge genau schließen darf, wird zuletzt eingetrieben. Beim Einbringen der folgenden Lagen ist darauf zu achten, daß die vertikalen Fugen wechseln, sowie daß die Dichtung mit geteelter Sackleinwand ringsum fortgesetzt wird.

Um dem Wasser während des Einbauens Abfluß zu verschaffen, legt man in die zweite Schicht ein zwei Schichten übergreifendes, gebohrtes Stück und, um ein Mannloch herzustellen, etwa in halber Höhe eine gußeiserne Röhre ein, welche in der vorderen Hälfte cylindrisch ist, von da an sich aber konisch erweitert, um demnächst mit einem hölzernen Spunde verschlossen werden zu können. Um die Röhre herum wird geteerte Leinwand gelegt; die einschließenden Hölzer werden nach Schablone ausgerundet. In ein Holz der obersten Keillage kommt eine Durchbohrung zur Abführung der Luft, in welche an der Wasserseite ein nach oben gekrümmtes Röhrchen gesteckt ist.

Nachdem sämtliche Lagen gelegt sind, wird der Damm auf der Rückseite in bekannter Weise pikotiert und schließlich mit alter Kunstschmiere

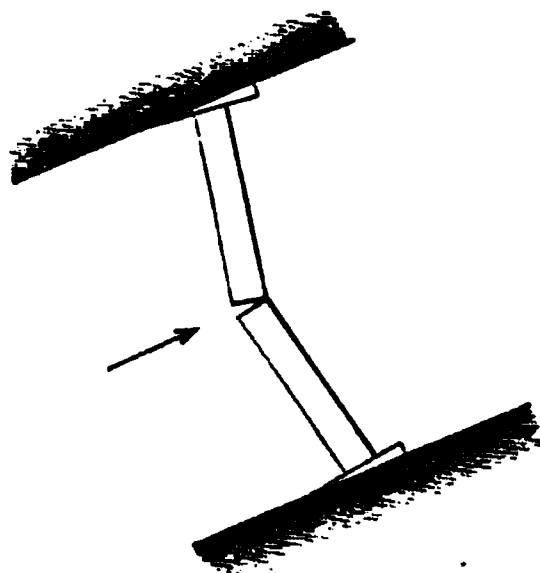


Fig. 775. Schleusendamm.

1) Karsten's Archiv. Bd. 14. S. 75.

2) Ebenda. S. 84. — Gaetzschmann in Jahrb. f. d. B.- u. H.-Mann. Freiberg 1839. S. 9; 1844. S. 23.

(Pech, Seifensiederlauge, Seife und Leinöl, in erwärmtem Zustande mit wenig Teer und ungelöschtem Kalke versetzt) bestrichen.

In das Wasserrohr wird, wenn man auf späteres Abzapfen verzichtet, ein Spund von hinten her eingetrieben; denjenigen für das Fahrrohr zieht man schließlich mit einer Kunstwinde herein, während das Luftrohr, sobald Wasser austritt, einfach verkeilt wird. Die Keilverspündungen bekamen bis jetzt für größere Druckhöhen (bis 247 m) eine Stärke von 1,90 m. Auf Kurprinz Friedrich August bei Freiberg rückte das Verspünden innerhalb 746 Tagen um 677 mm, in noch weiteren 506 Tagen um 78 mm vor; die Bewegung hörte erst nach 3 1/2 Jahren gänzlich auf.

Obgleich die Keilverspündungen ihrem Zwecke auch für größere Druckhöhen vollständig entsprechen, da für die Stärke der Dämme weite Grenzen gegeben sind, so sind die gemauerten Kugeldämme (§ 116) dennoch vorzuziehen, weil sie bei gleicher Sicherheit weit weniger umständlich auszuführen sind.

§ 115. **Massive Mauerkörper**, welche lediglich durch ihr Gewicht wirken, kommen nur ausnahmsweise in Anwendung¹⁾, weil sie sorgsam ausgeführt werden müssen und dennoch nicht so zuverlässig sind, als gewölbte Dämme.

§ 116. **Cylinder- und Kugeldämme**. — Cylinderdämme sind solche, deren Form einem Stücke gleicht, welches mit zwei radialen, parallel zur Längsachse geführten Schnitten aus einem hohlen Cylinder herausgeschnitten ist. Dieselben erfüllen ihren Zweck nicht so vollständig, als die Kugeldämme, welche man sich als ein mit radialem Schnitte aus einer Hohlkugel herausgeschnittenes Stück vorstellen kann.

Als Material dienen die härtesten Ziegel (Klinkerziegel), seltener Bruchsteine, und hydraulischer Mörtel.

Ein Fahrrohr ist nicht notwendig, weil die Mauerung von hinten nach vorn ausgeführt wird. Auch das Luftrohr würde bei gemauerten Dämmen überflüssig sein, weil der bei Holzdämmen angeführte Grund des Verfaulens der nicht vom Wasser berührten Flächen wegfällt und der Druck auf die einzelnen Stellen des Dammes durch die eingeschlossene Luft in keiner Weise beeinflußt wird. Da jedoch das Mauermaterial porös ist, so wird ein solcher Damm erst dann vollständig dicht, wenn in demselben eine Versinterung stattgefunden hat. Dieselbe kann aber nur dann gleichzeitig in dem ganzen Dammkörper vor sich gehen, wenn ein Luftrohr eingelegt ist. Die vollständige Versinterung und Abdichtung des Dammes ist erfolgt, wenn sich die ganze vordere Fläche desselben mit einer weißen Kruste bedeckt zeigt.

Soll das Wasser hinter dem Damme später wieder abgezapft werden, so

¹⁾ Ponson, a. a. O. t. III. p. 402. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865. S. 185. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. Berlin. Bd. 14. S. 200. — Chanselle, Serrement en maçonnerie, in Bull. de la la soc. de l'ind. min. Paris. t. XIV. p. 209.

muß man auch ein Wasserrohr einlegen, welches innerhalb der Mauer mehrere Flantschen erhält und nach vollständigem Erhärten des Dammes vorn durch einen Deckel mit Dichtung geschlossen wird.

Die Art und Weise, wie die Dammstelle zugeführt wird, ist dieselbe, wie sie bei den Keilverspündungen beschrieben wurde; die Zuführung beträgt etwa 54 cm auf 1 m Mauerstärke. Auf der Zeche Eintracht bei Steele hat ein Damm bei innerer Sehne von 1,25 m und 130 mm Spannung einen Radius von 1,569 m.

Eine Verlängerung der Zuführung (Widerlager) nach vorn, wie bei den Keildämmen, ist nicht erforderlich, weil die Mauerdämme durch den Druck nicht vorwärts geschoben werden.

Bisweilen werden die Widerlager gesichert, indem man an ihnen, wie auf der Grube Präsident bei Bochum¹⁾, das Gestein teilweise durch Mauerwerk ersetzt, oder einen Teil der Strecke vor und eventuell auch hinter dem Damme wasserdicht ausmauert.

Beim Mauern schreitet die Arbeit von unten nach oben und dabei in jeder Lage von den Stößen nach der Mitte fort. Das Schließen läßt sich entweder direkt an der Firste bewirken, oder besser, indem man vorab durch Überkragung der Steine die Firste bekleidet und zuletzt die Öffnung darunter schließt.

Auf den Oberharzer Gruben sind mehrere Kugeldämme aus Klinkerziegeln und Zement hergestellt und haben ihrem Zwecke überall vollständig entsprochen. Auf Grube Samson bei St. Andreasberg sind beispielsweise durch einen Damm von 2 m Stärke und 5 m Krümmungshalbmesser die Wasser bei einer Druckhöhe von 400 m völlig zurückgedämmt.

§ 117. **Dammthüren.** — Mitunter kann es vorkommen, daß man einen Damm einbaut, um später zu erwartende Wasser rasch abschließen zu können. Damit aber bis dahin die Förderung nicht unterbrochen werden muß, giebt man den Dämmen Öffnungen, welche groß genug sind, um mit Schlepfern und Pferden hindurch fördern zu können, und bringt in den Öffnungen gut abgedichtete Rahmen mit Thüren an, welche schließlich nur geschlossen zu werden brauchen, um die Wasser abzusperren.

Auch bei ungenügender Kraft der Wasserhaltungsmaschine sind Dammthüren zweckmäßig zu verwenden, um stärkere Wasserzugänge zeitweilig absperren zu können.

Zum Abzapfen sind derartige Verschlüsse mit einem möglichst tief liegenden Wasserrohre zu versehen.

In Westfalen sind Dammthüren schon seit längerer Zeit in Gebrauch. Die ersten Ausführungen auf den Zechen ver. Deimelsberg bei Steele und ver. Wiendahlsbank bei Witten bestanden aus gußeisernen, konischen Rahmen und Thüren aus demselben Materiale, ferner aus hölzernen Thüren mit

1) Preuß. Zeitschr. 1857. Bd. 4. S. 146, 149.

gußeisernen Rahmen (Fig. 776) auf Luisenglück bei Witten und ver. Henriette bei Kupferdreh, sowie aus einer hölzernen, einem Schleusendamm ähnlichen Thür mit hölzernem Rahmen auf Helene Tiefbau bei Witten¹⁾.

Auch auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken ist eine zweiflügelige hölzerne Dammthür mit hölzernem Rahmen eingebaut²⁾. Die Thüren sind aus drei Lagen von 78 mm starken eichenen Bohlen mit starkem Eisenbeschlage hergestellt; sie bilden nach der Wasserseite einen Winkel von 45° . Der Thürrahmen ist 62,7 cm breit, aus eichenen Pfosten zusammengesetzt, äußerlich an den Seitenstößen keilförmig geschnitten und ringsum mit dem Gesteine durch wasserdichtes Mauerwerk verbunden. In geöffnetem Zustande ist die lichte Thüröffnung 2,35 m breit und 1,96 m hoch, so daß die Pferdeförderung durch die Thüre nicht gehindert wird.

In neuester Zeit wendet man ausschließlich schmiedeeiserne Dammthüren mit gußeisernen Rahmen aus der Fabrik von Heintzmann und Dreyer in Bochum an³⁾. Dieselben werden

Fig. 776. Hölzerne Dammthür mit gußeisernem Rahmen (Grundriß).

Fig. 777. Einfache schmiedeeiserne Dammthür in gußeisernem Rahmen.

Fig. 775.

- 1) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 65.
 2) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 386.
 3) Wochenschr. d. Ver. deutscher Ingen. 1880. Nr. 30. — Österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. 1880. S. 458.

mit einer oder zwei Thüren geliefert und sind bereits mehrfach für Druckhöhen von 500 m angewendet.

Fig. 777 zeigt einen solchen Damm mit einer Thüre im Grundriss, Fig. 778 die Thüre selbst. In den Mauerkörper *M* ist der konische gußeiserne Thürrahmen *r* eingesetzt, an dem sich, in Angeln aufgehängt, eine aus Kesselblech hergestellte gewölbte Thüre *t* befindet; *a* sind zwei Thürbänder aus starkem Schmiedeeisen, *v* Verstärkungsrippen am Rahmen. Sowohl die Aufschlageflächen der Thüre, als diejenigen des Rahmens, sind abgehobelt; zur Dichtung wird ein Kranz von geteuerter Leinwand eingelegt.

Nachdem die Thüre geschlossen ist, legt man zwei Brücken *b* (Fig. 777) vor den inneren Vorsprung des Rahmens und zieht die Thüre mittelst Schrauben fest an.

Die Thüröffnung hat eine lichte Weite von 942 mm und eine lichte Höhe von 1726 mm. Die Thüre selbst ist 1098 mm breit und 1883 mm hoch, ihre Blechstärke richtet sich nach dem Wasserdrucke. Derartige Dammithüren von 26 mm Stärke

Fig. 779.

Fig. 780.
Doppelte Dammithür.

sind u. a. auf den Zechen Präsident und ver. Constantin, außerdem auch auf mehreren der nördlichen Zechen des Ruhrgebietes mit Vorteil angewendet.

Außer diesen einfachen Dammthüren fertigt die genannte Fabrik jetzt auch doppelte Dammthüren für die größten Druckhöhen an, s. Fig. 779, S. 663.

Bei diesen besteht der Rahmen aus sieben, mit Flantschen versehenen gußeisernen Teilen 1—7, welche durch Schrauben zu einem Ganzen verbunden werden. In den inneren Führungsflächen der Flantschen sind Nuten ausgespart, welche durch eingespritzten Zement gedichtet werden. Der Mauerkörper ist in drei Absätzen hergestellt, weil er bei der gewählten Länge in einem Stücke an der Dammthüre unnötig stark werden würde.

Auf dem Blei- und Zinkerzbergwerke Silistria bei Honnef am Rhein ist das hinter einer Dammthüre stehende Wasser von fünf Atmosphären Druckhöhe zum Betriebe eines Ventilators, einer Fördermaschine und einer Kaliforniapumpe, und im Ottoschachte bei Ösede für eine Kettenförderung nutzbar gemacht¹⁾.

Kapitel XII.

Verdämmung in Schächten.

§ 118. **Hölzerne Verdämmung.** — Bei den selten vorkommenden Verdämmungen in Schächten hat man zu unterscheiden, ob dieselben den Wasserdruck von unten oder von oben abhalten sollen.

Als hölzerne Verdämmung werden sowohl Balkendämme als auch Keildämme verwendet.

Im Padtkohlschachte der Grube Zentrum bei Eschweiler²⁾ ist ein Balkendamm eingebaut, bei welchem die Hölzer ebenso, wie bei Streckendämmen, mit Überschnittenem hergestellt sind und außerdem auf einer Gesteinsbrust ruhen, so daß die Verkeilung von oben her vorgenommen werden konnte.

Einen nach unten gerichteten Keildamm hat man auf der Zeche Spanbruch³⁾ eingebaut. Als Träger dienten drei mit starken Bohlen belegte Stempel; die Schlußlage der Keile wird durch einen besonderen Stempel festgehalten.

§ 119. **Gemauerte Dämme.** — Ein Mauerdamm gegen Wasserandrang von unten ist auf dem Schachte Hercules der Grube Nachtigall bei Witten ausgeführt⁴⁾. Zunächst wurde ein nach oben gerichtetes Tonnengewölbe

1) Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 241.

2) Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 840. — Karsten's Archiv. Bd. 14. S. 72.

3) Karsten's Archiv. Bd. 14. S. 79.

4) Ebenda. 1877. Bd. 25. S. 46. — Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 840.

eingebaut und durch Mauerwerk abgeglichen. Auf dieses kam der eigentliche Damm in Form eines liegenden Cylindergewölbes. Durch beide hindurch führte man ein später verschlossenes gußeisernes Rohr, welches während der Mauerung das Saugrohr der Pumpe aufzunehmen hatte.

In dem Einigkeitsschachte zu Joachimsthal ¹⁾ hatte man beim Abteufen sehr starke Wasserzugänge aufgeschlossen, welche man dadurch abspernte, daß man den Schacht im Tiefsten nach unten erweiterte, in ein Bett von Zementmörtel einen liegenden Balkendamm einlegte und auf diesen, nach gehöriger Verkeilung, eine Betonmasse von 3 m Höhe einbrachte, welche nach erfolgter Erhärtung unter Wasser einen mit der größeren Fläche nach unten gerichteten festen Spund bildete.

Die völlige Abdichtung gelang jedoch erst, nachdem man über dem ersten Betonspund einen zweiten von ebenfalls 3 m Höhe angebracht hatte.

Litteratur.

G. Hagen. Handbuch der Wasserbaukunst. Königsberg 1844.

Dr. Julius Weisbach. Ingenieur- und Maschinenmechanik. Braunschweig 1854 bis 1863.

Bautechnische Taschenbibliothek von Ingenieur Jeep. (Pumpen und Ventile.)

Kley. Die Wasserhebemaschinen des Altenberges. Stuttgart 1863.

F. Neumann. Hydraulische Motoren. Weimar 1868.

A. Bochkoltz. Der patentierte, mittelst komprimierter Luft wirkende Kraftregenerator zur Beseitigung der durch selbstthätige Pumpenventile veranlaßten erheblichen Arbeitsverluste. Wien 1869.

Hoermann. Die neuen Wasserhaltungsmaschinen. Berlin 1874.

Schaltebrand. Der Pulsometer. Berlin 1877.

Eichler. Die Anwendung der Pulsometer (C. Henry Hall Patent) beim Wasserhaltungsbetriebe auf Adolfschacht bei Reichenwalde. Berlin 1878.

J. Ritter v. Hauer. Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1879.

Riedler. Indikatorversuche an Pumpen- und Wasserhaltungsmaschinen. München 1881.

Riedler. Die unterirdischen Compound-Wasserhaltungsmaschinen des Mayrauschachtes in Kladno. Berlin 1883.

Ch. Demanet. Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.

Deutsche Reichspatente.

1885 — 1886.

Kl. 45. Nr. 29682. J. A. Essberger in München. Selbstschließendes Ventil.

- 59. - 30584. Haniel & Lueg in Düsseldorf-Grafenberg. Hydraulische oder pneumatische Gestängeausgleichungen.

- 59. - 30743. Ehrhardt & Schnur, Schleifmühle bei Saarbrücken. Steuerung an stufenförmigen Ringventilen.

¹⁾ Serlo, a. a. O. 1884. I. S. 840. — Rittinger, Erfahrungen. 1869. S. 24.

- Kl. 5. Nr. 30727. F. H. Poetsch in Aschersleben. Verfahren zur Entwässerung des um Schächte liegenden Gebirges.
- 59. - 30765. A. Rotth in Berlin. Dampfwasserheber (Pulsometer).
 - 59. - 30762. C. Burnett in Hartlepool (England). Steuerung für Dampf-
wasserheber (Pulsometer).
 - 59. - 29840 u. 31492. S. v. Ehrenstein in Zduny (Posen). Oszillierender,
bezw. rotierender Dampfwasserheber (Pulsometer).
 - 59. - 31857. H. Reichelt in Leipzig. Steuerung für einkammerige Dampf-
wasserheber (Pulsometer).
 - 59. - 32548. P. Haußmann und Firma Koch, Bantelmann & Paasch
in Buckau-Magdeburg. Steuerung für Dampfwasserheber (Pulso-
meter).
 - 59. - 33089. G. A. Greeven in Brühl. Pumpe mit hydraulischem Gestänge.
 - 59. - 33106. (Zusatz zu Nr. 32548.) P. Haußmann und Firma Koch,
Bantelmann & Paasch in Buckau-Magdeburg. Steuerung
für Dampfwasserheber.
 - 59. - 33843. W. Fritz in Tübingen. Pumpe mit hydraulischem Gestänge.
 - 5. - 34268. (Zusatz zu Nr. 30727.) F. H. Poetsch in Aschersleben. Be-
nutzung der Gefrierrohren bei Entwässerung von Schächten
zum Auspumpen des Wassers aus dem schwimmenden Gebirge.
und als Stützen für Bauten im freien Wasser zu benutzen.
 - 47. - 34290. Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk bei Köln.
Etagenringventil.
 - 59. - 34418. Gustav A. F. Müller in Berlin. Steuerung für einkammerige
Dampfwasserheber.
 - 59. - 34274. R. Eger in Breslau. Selbstthätig wirkende Entluftungsvorrich-
tung für Saugheber.
 - 59. - 34637. A. Eylert in Hannover. Dampfwasserheber.
 - 85. - 34753. J. Goetz in Berlin-Moabit. Selbstthätige Entlüftung von Hebern.
 - 85. - 35355. R. Eger in Breslau. Entluftungsvorrichtung für Saugheber.
 - 5. - 36085. L. Tietjens in Leopoldshall-Staßfurt. Absperrung von Wasser-
zuflüssen in Schächten durch Zuschlämmung der Zuflußkanäle
mittels solcher Salze, welche durch Aufnehmen von Krystall-
wasser unter Volumvergrößerung erhärten.
 - 47. - 36493. A. Dreyer in Bochum. Etagenklappenventil.
 - 59. - 36255. R. Droßbach in Aachen. Steuerung für zweikammerige Dampf-
wasserheber (Pulsometer).
 - 59. - 36938. F. Brunbauer in Wien. Dampfstrahlpumpe.
 - 59. - 37986. F. W. Mechler in Damm bei Neudamm. Pumpe.
 - 59. - 38244. L. Lanzenberg in Budapest. Pumpe mit durch Wasserdruck-
gestänge bewegten Ventilen.

Achter Abschnitt.

Wetterlehre.

Einleitung.

§ 1. **Wetter und Wetterlehre.** — Unter »Wetter« versteht man die in den Grubenbauen befindlichen Gase. Man unterscheidet gute (frische), und schlechte Wetter. Die ersteren sind solche, deren Zusammensetzung derjenigen der atmosphärischen Luft mehr oder weniger gleich kommt (79 Volumina oder 77 Gewichtsteile Stickstoff, und 21 Volumina oder 23 Gewichtsteile Sauerstoff) ¹⁾, die letzteren solche, welche für Gesundheit und Leben gefährlich sind. Die Wetterlehre beschäftigt sich mit den Mitteln, die Grubenbaue mit frischen Wettern zu versorgen, und die mit den schlechten Wettern verbundenen Gefahren möglichst zu beseitigen.

A. Die schlechten Wetter.

Kapitel I.

Entstehung und Arten der schlechten Wetter.

§ 2. **Entstehung der schlechten Wetter.** — Die schlechten Wetter entstehen:

1. durch Entziehung von Sauerstoff — matte Wetter,
2. durch Zutritt von schädlichen Gasen — böse Wetter.

1) Genauer nach Schondorff in Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 79

$$\begin{array}{rcl} O & = & 20,95\% \\ N & = & 79,01 - \\ CO_2 & = & 0,04 - \\ \hline & & 100,00 \end{array}$$

Die Entziehung von Sauerstoff erfolgte nach Schondorff¹⁾ auf den von ihm untersuchten Saarbrücker Gruben nur zu $\frac{1}{17}$ durch die Belegschaft inkl. Lichter und Pferde, im übrigen durch die Oxydation des Schwefelkieses, sowie durch weitere damit in Verbindung stehende chemische Prozesse, und durch das Verfaulen des Holzes.

In den Braunkohlengruben von Pützchen bei Bonn beobachtete Bischof²⁾ eine Absorption von Sauerstoff ohne entsprechende Entwicklung von Kohlensäure, wahrscheinlich also durch Oxydation des freien Wasserstoffes der Braunkohle.

§ 3. **Luftverbrauch in der Grube.** — Die Angaben über den Luftbedarf eines Menschen in der Stunde sind sehr verschieden. Derselbe beträgt nach:

Weisbach	500	l
Liebig	600	-
Ponson	787,2	-

Nach Dr. Schondorff's Ermittlungen³⁾ ist:

der Verbrauch von Sauerstoff	die Abgabe von Kohlensäure
in 1 Stunde:	in 1 Stunde:
für 1 Mann 24,0 l	21,6 l
- 1 Licht 26,5 -	16,9 -
Summa: 50,5 l	38,5 l
für 1 Pferd 100,0 l	90,0 l.

§ 4. **Chemisches Temperament einer Grube.** — Nach diesen Angaben bestimmte man bisher wesentlich die einer Grube zuzuführende Wettermenge, und rechnete in Belgien 108 bis 216 cbm, in Westfalen bei schlagenen Wettern 120 cbm für 1 Mann in 1 Stunde. Indes erscheint es auf Grund der Schondorff'schen Ermittlungen durchaus notwendig, auch das »chemische Temperament« einer Grube in Rechnung zu ziehen, d. h. den Einfluß, welchen eine Grube durch chemische Vorgänge auf die Absorption von Sauerstoff hat, wie es Dr. Schondorff durch gasometrische Analysen des ausziehenden Wetterstromes und Vergleichung der Resultate mit der normalen Zusammensetzung der atmosphärischen Luft gethan hat.

In den preußischen Gruben sind die Wettermengen geringer, als in England und Belgien; sie betragen bei 35 Gruben in Sekunden-Litern

	für 1 Tonne	für 1 Arbeiter
Mittel	17	26
Maximum	84	117
Minimum	6	10.

§ 5. **Matte Wetter** erkennt man daran, daß die Lichtflamme schwächer wird und schließlich erlischt. Bei 15% Sauerstoff sind die Wetter für den

1) Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 108.

2) Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geognosie. Bonn 1863. 1. Bd. S. 791 u. 792. — Journal f. pr. Ch. Bd. 49. S. 467.

3) a. a. O. S. 80.

Atmungsprozeß nicht mehr brauchbar. Der Mensch empfindet Brustbeklemmung, fauligen Geschmack, Schwäche und Müdigkeit, bald darauf tritt Schwindel, Krampf und der Tod ein.

§ 6. **Böse Wetter.** — Der Zutritt von schädlichen Gasen in die Grubenwetter, also die Bildung böser Wetter, erfolgt durch den Atmungsprozeß von Menschen und Tieren, durch Verbrennung, Fäulnisprozesse und Oxydation, durch Gasentwicklung aus alten Bauen und aus den Kohlen, sowie endlich durch den Verbrauch von Sprengmaterialien. Die erste Ursache ist auch hier, wie bei dem Sauerstoffverbrauche, die kleinste, denn durch das Atmen und die Lichter wird nach Schondorff nur $\frac{1}{9}$ derjenigen Menge an Kohlensäure der Luft zugeführt, welche sich durch die Analyse des ausziehenden Wetterstromes als gesamte Zunahme ergab.

§ 7. **Gasarten.** — Die wichtigsten der hier in Betracht kommenden Gase sind Kohlensäure (CO_2), Kohlenoxyd (CO), Grubengas oder Methan (CH_4) und Schwefelwasserstoffgas (HS).

§ 8. **Die Kohlensäure** (Schwaden, schwere Wetter, kalter Dampf) hat bei ihrem hohen spezifischen Gewichte (1,524) das Bestreben, sich in Vertiefungen der Sohle anzusammeln, beziehungsweise nach tiefer gelegenen Punkten hin abzufließen. Sie ist durch augenblickliches Erlöschen der Lichtflamme zu erkennen und wirkt tödlich, wenn davon die Luft mehr als 5 bis 6% enthält¹⁾, entwickelt sich, außer durch den Atmungsprozeß, das Brennen der Lichter und die Explosion der Sprengmaterialien, in größeren Mengen bei Bränden in Kohlenflötzen, sowie durch chemische Einwirkung der bei der Oxydation des Schwefelkieses entstehenden Schwefelsäure, beziehungsweise der sauren Wasser, auf kohlensaure Verbindungen. Auch der Nachschwaden — die Verbrennungsprodukte bei der Explosion schlagender Wetter — besteht im wesentlichen aus Kohlensäure und Kohlenoxydgas.

§ 9. **Das Kohlenoxydgas** entwickelt sich bei unvollkommener Verbrennung in besonders reichlicher Menge bei Grubenbränden²⁾. Es ist ein um so gefährlicheres Gas, als das Licht in ihm noch brennt, wenn es auf den menschlichen Organismus bereits giftig wirkt, so daß man das Vorhandensein des Gases erst bemerkt, wenn die Folgen der Vergiftung bereits vorhanden sind.

Das Kohlenoxydgas bewirkt zunächst Aufregung, dann Krämpfe mit Schaum vor dem Munde und schließlich den Tod. Auch behaupteten die bei dem Brande in der Grube Regenbogen²⁾ auf dem Oberharz beteiligten Leute, sie hätten das Gefühl gehabt, als ob alle Gegenstände, welche sie mit den Händen erfaßt hätten, dicker geworden wären, als ob sie z. B. die Fahrsprossen kaum zu umspannen vermocht hätten.

1) Vergl. Dr. Brookmann, Der Einfluß der Kohlensäure auf Licht und Leben in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 35.

2) Brand in der Grube Regenbogen (Harz) am 24. Oktober 1848, s. Schell, Die Unglücksfälle in den Oberharzischen Bergwerken (1864). S. 136.

Ein Gehalt der Wetter von 1% Kohlenoxydgas soll schon tödlich wirken.

Das Gas hat ein spezifisches Gewicht von 0,9702, also nahezu dasjenige der atmosphärischen Luft; es mengt sich deshalb mit der letzteren gleichmäßig und strebt weder, wie die Kohlensäure, nach unten, noch auch, wie das Grubengas, nach oben.

§ 10. **Schwefelwasserstoffgas** (spezifisches Gewicht 1,19) kommt in alten versoffenen Bauen vor, weshalb bei deren Abzapfen mit Vorsicht verfahren werden muß. (Vorbohren mit Hilfe der Friedrich'schen Bohrmaschine, S. 118.)

Außerdem bildet sich Schwefelwasserstoffgas in Kohlengruben durch Zersetzung des Schwefelkieses unter Einwirkung von Wasser und Wärme. Es wirkt beim Einatmen giftig, entzündet sich an der Lichtflamme, und zwar mit Explosion, wenn die Wetter mehr als $\frac{1}{10}$ % davon enthalten.

Der giftige Charakter des Schwefelwasserstoffgases ergibt sich daraus, daß in einer Luft, welche $\frac{1}{1500}$ an Schwefelwasserstoff enthält, schon Vögel, bei $\frac{1}{500}$ Hunde, bei $\frac{1}{250}$ Pferde sterben.

§ 11. **Schlagende Wetter**¹⁾ sind eine besondere Art der bösen Wetter. Sie bilden sich durch Vermischung von Kohlenwasserstoffen²⁾, in erster Linie von Grubengas (leichtes Kohlenwasserstoffgas, Methan, frz. grisou, CH_4) mit atmosphärischer Luft. Die Entzündung der schlagenden Wetter geschieht bei 780° C. Bei rotglühendem Eisen ist zur Entzündung eine Berührung von mehreren Sekunden erforderlich, während Weissglut sofort entzündet*). Die Entstehung jener Gase, neben freiem Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, und schwerem Kohlenwasserstoff, ist auf den langsamen Verkohlungsprozess zurückzuführen, welchem die Steinkohlen unterliegen, bis sie sich dem Anthrazit nähern, in welchem der Kohlenstoff am höchsten angereichert ist.

Das Grubengas hat ein spezifisches Gewicht von 0,552, ist farblos und von süßlichem, stechendem Geruche. Enthält die Luft $\frac{1}{30}$ Raumteil ($3\frac{1}{3}$ %) Grubengas, so bemerkt man dessen Anwesenheit zuerst an der Lichtflamme, indem sich dieselbe von einem kleinen blauen Saume umgeben zeigt, welcher bei Zunahme des Gasgehaltes bis zu einem Flammenkegel wächst und später den Drahtkorb der Wetterlampe vollständig ausfüllt (§ 21).

Beträgt der Gasgehalt in der Luft $\frac{1}{15}$ ($6\frac{2}{3}$ %), so entzünden sich die Wetter, allerdings noch ohne Explosion, dieselbe tritt aber bei weiterem Steigen des Gasgehaltes ein und wird immer heftiger, bis sie bei $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{9}$ (10

*) Anmerkung. Oberingenieur Joh. Mayer macht darauf aufmerksam, daß eine Entzündung der Grubengase auch durch diejenigen Funken möglich ist, welche beim Zusammenbrechen hangender Sandsteinschichten beobachtet werden (Österr. Zeitschr. f. B - u. H.-Wesen. 1886. S. 379.)

1) Chemische Untersuchung von Grubenwettern in preußischen Steinkohlenbergwerken von Dr. Schondorff in Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 435.

2) Eine ausführliche Zusammenstellung von Schlagwetteranalysen befindet sich in Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29. S. 286.

bis 11 %) Gasgehalt der Luft ihre größte Stärke erreicht; von da an werden die Explosionen wieder schwächer, bis die Gasflamme bei $\frac{1}{3}$ ($33\frac{1}{3}\%$) Gasgehalt wegen Mangels an Sauerstoff erlischt. Bei dem Personale treten gleichzeitig Kopfschmerzen und Betäubung ein, während man vorher, auch bei der größten Explosionsgefahr, die grubengashaltigen Wetter ohne wesentliche Beschwerde einatmen konnte.

§ 12. **Vorkommen des Grubengases.** — Das Grubengas (Methan, CH_4) findet sich in erster Linie in Steinkohlengruben, außerdem in geringem Grade in Steinsalzlager, bituminösen Schiefern und Kalken, sowie in der Nähe von Bergölquellen, dagegen selten oder gar nicht in Braunkohlengruben.

Übrigens findet sich Grubengas nicht in allen Steinkohlengruben. Die meisten und gefährlichsten Gasentwickelungen treten in fetter Kokeskohle auf, während sowohl die mageren und die Gas-Kohlen Westfalens, als auch die sehr gasreichen und zur Selbstentzündung geneigten, dichten Kohlen Oberschlesiens solche Entwicklung von Grubengas (CH_4) seltener zeigen. Kann man hieraus schließen, daß der Gasgehalt der Steinkohlen mit deren chemischer und physikalischer Konstitution in Zusammenhang steht, so spricht der Umstand, daß auch in Flötzen von sonst gleichartiger Kohlenbeschaffenheit der Gehalt an Grubengas verschieden ist, für die Auffassung, daß außerdem die Tiefe der Flötze und die Beschaffenheit des Deckgebirges von wesentlichem Einflusse ist, insofern, als beide Verhältnisse je nach Umständen eine Entgasung der Flötze entweder verhindern oder befördern können.

Daß der Gasgehalt der Flötze mit der Tiefe zunimmt, scheint leider eine ziemlich feststehende und für die Zukunft des Kohlenbergbaues wichtige Thatsache zu sein. Auch hat man in Westfalen beobachtet, daß die von Mergel überdeckten Kohlenflötze reicher an Grubengas sind, als die übrigen.

In manchen Kohlenflötzen ist die Spannung der Gase so groß, daß die Kohlen vor den Abbaustößen oft mit lautem Knall hereingeworfen werden. Durch Bohrlöcher von 8 m Tiefe und 6 cm Weite, in welche man ein Rohr mit Manometer einsetzte, hat man im Schachte Bellevue III bei Mons Spannungen von 6 Atm., in der Grube Staffordmaine in Bohrlöchern von 20 m Tiefe Spannungen von 7 Atm. nachgewiesen. In den Kohlengruben von Flénu¹⁾ erreichte die Spannung eine Höhe von 20—23 Atm. und direkte Messungen von Lindsay Wood²⁾ ergaben sogar das gewaltige Resultat von 33 Atm.

Arnould³⁾ ist der Ansicht, daß das unter so großem Drucke stehende

1) Hâton de la Goupillière, Cours d'expl. d. mines. Paris 1885. Tome II. pag. 363.

2) Ebenda, pag. 363. — Lindsay Wood, Experiments showing the Pressure of Gaz in the solid Coal (Proceedings of the North of England Institution of mining and mechanical Engineers. XXX. 1884). — Annales des mines. 8^e, I. 530.

3) G. Arnould, Étude sur les dégagements instantanés de grisou dans les mines de bassin belge. Bruxelles 1879.

Grubengas die Kohle und mitunter selbst das Nebengestein in flüssiger, wenn nicht gar in fester Form durchdringt, dabei aber eine große Flüchtigkeit besitzt; er hält es auch für möglich, daß dieses hochgespannte Grubengas innerhalb der Flötze in getrennten Anhäufungen oder Zonen vorkommt. Die Grubenräume führen danach eine Verminderung der Spannung herbei und die bis dahin noch wenig erklärten plötzlichen Ausbrüche großer Gas-mengen (siehe § 14) wären die Folge der raschen Verflüchtigung einer gewissen Menge des flüssigen oder festen Grubengases. Ebenso haben Zerklüftungen, sobald sie mit offenen Grubenräumen in Verbindung kommen, eine Entgasung zur Folge ¹⁾.

Nach dem Austreten sammelt sich das Grubengas bei seinem geringen spezifischen Gewichte an hochgelegenen Punkten, u. a. in Überhauen, unter der Streckenfirste, in Hohlräumen über der Zimmerung, sowie in den Winkeln der Stöße bei schwebendem oder horizontalem Abbau an. Ist das Gas jedoch innig mit atmosphärischer Luft gemengt, dann trennt es sich nur sehr schwer von derselben.

In dem, der Wälderthon-Formation angehörigen Hauptkohlenflötze der Schaumburger Werke bei Obernkirchen treten Kohlenwasserstoffgase auf²⁾, welche mehrfach Explosionen veranlaßt haben. An solchen Stellen, wo das Flötz nicht von dem oberen Wealdenschiefer (Schieferthon), sondern nur von dem klüftigen Wealdensandstein überdeckt ist, hat im Laufe der Zeit eine Entgasung der Flötze stattgefunden.

Die Obernkirchener Gase enthalten nach G. Bischof in oberen Teufen.

$$CH_4 = 79,10 \text{ } \%$$

$$C_2H_6 = 16,11 \text{ } -$$

$$\text{Sonstige Gase} = 4,79 \text{ } -$$

und nach Dr. Schondorff in einem Bläser aus der östlichen Grundstrecke von Tiefbau III (1882):

$$CO_2 = 2,555 \text{ } \%$$

$$CH_4 = 60,462 \text{ } -$$

$$C_2H_6 = 37,620 \text{ } -$$

Die Gase enthalten also sehr viel schwere Kohlenwasserstoffe, wahrscheinlich mineralischen Ursprungs, wie die zahlreichen Muschelreste des Schieferthones vermuthen lassen. Diese Gase brennen, im Gegensatze zum reinen, leichten Kohlenwasserstoffgase (CH_4) nicht mit bläulicher, sondern mit weisser Flamme und hinterlassen einen starken Geruch nach Petroleum. Dabei setzt sich an den Streckenstößen eine große Menge von fettigem, schmierigem Kohlenruß ab. — Übrigens ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch in Schlagwettergruben neben dem Methan noch andere Kohlenwasserstoffverbindungen vorkommen.

1) M. Em. Harzé, Des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou. Bruxelles 1885. pag. 12, 13.

2) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 146.

§ 13. **Gasausströmung in Braunkohlengruben.** — In § 12 ist erwähnt, daß das Grubengas (CH_4) in Braunkohlengruben selten oder gar nicht beobachtet ist. Dagegen treten u. a. in den böhmischen Braunkohlengruben bei Mariaschein, Teplitz und Dux andere brennbare Gase, besonders bei fallendem Barometerstande, in großer Menge auf. Daß diese Gase unter Umständen auch explodieren können¹⁾, hat ein für das genannte Revier allerdings vereinzelt dastehender Fall auf Doblhoffschacht bei Mariaschein ergeben, auch war die Explosion eine verhältnismäßig schwache. Gewöhnlich werden diese Gase von den Arbeitern mit offenem Lichte angezündet und brennen mit hellblauer Flamme. Bei starker Ausströmung müssen die Gase vor den Streckenörtern alle 5 Minuten angezündet werden, wird dieses versäumt, dann kommen die Gase, welche sich anfänglich nur unter der Firste ansammeln, tiefer in die Strecke herab und die Arbeiter sind dann leicht der Gefahr der Verbrennung ausgesetzt. Wahrscheinlich stehen diese Gase in der Reihe der Kohlenwasserstoffe weit höher als das Grubengas (CH_4), sind also noch leichter, bezw. reicher an Wasserstoffgas als dieses. Vielleicht enthalten sie auch viel freien Wasserstoff.

§ 14. **Der Austritt des Grubengases** aus der Steinkohle, dem Brandschiefer oder den Klüften des Nebengesteines findet in dreierlei Weise statt:

1. Gleichmäßig über alle Teile der Kohle verbreitet und anhaltend, besonders in Vorrichtungsstrecken. Diese Art des Austrittes macht sich häufig dem Gehör durch sogen. »Krebsen« bemerkbar, ein Geräusch, welches man sich durch das Platzen von mit Grubengas gefüllten und aus den Poren und Schlechten der Kohle heraustretenden Wasserbläschen erklärt. Sollte das Grubengas dabei tiefer im Flötze, was nach Vorstehendem wahrscheinlich ist, eine hohe Spannung haben, so dürfte sich dieselbe bis zum Austritte aus dem Kohlenstoße so weit verlieren, daß sie nur wenig höher, als der Atmosphärendruck ist.

Hilbk²⁾ hat auf der Zeche Westfalia bei Dortmund bestätigt, daß die Gasentwicklung beim Ortsbetriebe und aus frisch gewonnenen Kohlen eine weit stärkere ist, als in den Abbauen und zieht daraus mit Recht den Schluß, daß eine ausreichende Ventilation der Strecken (s. Sonderventilation) wichtiger sei, als eine solche der Abbaue.

Die eben erwähnte Thatsache stimmt übrigens damit überein, daß erfahrungsmäßig die beim Ortsbetriebe gewonnenen Kohlen einen besseren Koke liefern, als die beim Abbau der Pfeiler fallenden, besonders bei Kohlen von geringer Backfähigkeit.

1) Explosionen in Braunkohlengruben sind vorgekommen: Am Habichtswalde bei Kassel (14. und 19. August 1880), in Falkenau bei Eger (Januar 1877, s. Österr. Zeitschr. 1877. S. 169) und am Peißenberge in Oberbayern (Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. 1886. S. 440).

2) Hauptbericht der preußischen Schlagwetterkommission. Berlin 1886. Anlagen, Bd. 2. S. 106—111.

2. Lokales, anhaltendes Austreten von Grubengas in Form von »Bläsern« zeigt sich beim Anfahren von Sprungklüften. Dieselben bilden offenbar größere Abzugskanäle für diejenigen Gase, welche in den von ihnen durchsetzten Flötzen oder kohligen Partien des Nebengesteines (Brandschiefer) enthalten sind. Die Bläser sind also gewissermaßen Gasquellen, welche eine Dauer von wenigen Wochen bis zu mehreren Jahren haben.

3. Plötzliche Ausbrüche großer Massen von Grubengas (dégagements instantanés — sudden outbursts) sind besonders häufig in England, und stehen mit den dortigen Abbaumethoden in Verbindung, bei denen die ausgehauenen Räume infolge des festen Nebengesteins oft in großer Ausdehnung und längere Zeit offen bleiben. Erfolgt nun endlich der Zusammenbruch, so werden die in den weiten Räumen angesammelten Gasmengen plötzlich in die Grubenbaue getrieben. Außerdem wird aber auch bisweilen durch die hohe Spannung der Gase in liegenden, noch nicht durch Vorrichtungsstrecken entgasten Flötzen das liegende Nebengestein mit explosionsähnlichem Geräusche emporgetrieben und dadurch das plötzliche Ausbrechen großer Massen von Grubengas veranlaßt. In der Grube Stafford-Main hat man die gasreichen Flötze mittelst Bohrlöchern entgast und nachgewiesen, daß danach das Liegende nicht mehr emporgetrieben wurde. Dies Mittel hilft jedoch nicht, wenn das Gas in getrennten Anhäufungen vorhanden ist. Man wird in solchen Fällen nur durch ausreichendes Versetzen der ausgehauenen Räume mit Bergen genügenden Erfolg erwarten können und damit gleichzeitig das bei dem Einbrechen des Hangenden vorkommende Heraustreiben der in den Abbauen angesammelten Gase verhüten.

Auch in Zwickau und noch mehr in Belgien sind derartige plötzliche Ausbrüche vorgekommen. Einer derselben, welcher am 17. April 1879 im Schachte II der Grube Agrappe in Frameries eine heftige Explosion verursachte, warf mehr als 4000 hl pulverisierte Kohle vor sich her, brach im einziehenden Schachte bis über die Hängebank hervor, entzündete sich über Tage an einem kleinen Herdfeuer und bildete zwei Stunden lang eine riesige Flamme von 30 bis 40 m Höhe. Sodann erlosch die Flamme nach einer ersten Explosion, welcher in Zwischenräumen von etwa 10 Min. fünf andere folgten. Endlich entstand fünfzig Minuten später eine siebente und letzte Explosion, welche an Heftigkeit alle anderen weit übertraf²⁾.

§ 15. **Die bei der Explosion schlagender Wetter entstehenden Gase.** — Durch die Explosion der schlagenden Wetter wird nicht allein Sauerstoff verzehrt, sondern es werden die gesundheitsschädlichen Produkte der Verbrennung, also Kohlensäure und Kohlenoxydgas, der Luft in den Grubenräumen zugeführt (Schwaden, Nachschwaden) und dadurch die von der Ex-

1) M. Em. Harzé, Des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou. Bruxelles 1885. pag. 42, 43.

2) Ebenda. pag. 4.

plosion verschont gebliebenen Personen der Gefahr der Erstickung ausgesetzt. Aus diesem Grunde darf auch nicht früher Rettungsmannschaft einfahren, bis der Wetterzug so reguliert ist, daß man mit den einfallenden frischen Wettern vordringen kann. Als wesentliches Hilfsmittel dient zu diesem Zwecke Wasser, welches man mit Hilfe eines Akkumulators — vergl. S. 642, Anmerkung — unter starkem Drucke und in Form einer Brause in den einziehenden Schacht fallen läßt; dasselbe absorbiert nicht allein die im Schachte etwa befindlichen Nachschwaden, sondern es reißt auch nach Art der Wassertrommel Luft mit sich und wirkt endlich abkühlend, kommt also in beiden Fällen den saugenden Wettermaschinen zu Hilfe, bringt den in der Nähe des Schachtes befindlichen Menschen weit schneller, als es bei alleiniger Wirksamkeit des Ventilators möglich ist, frische Wetter und ermöglicht ein baldiges Einfahren von Rettungsmannschaften.

§ 16. Einfluß des Barometerstandes. — Die Thatsache, daß viele Explosionen schlagender Wetter bei fallendem Barometerstande¹⁾ beobachtet sind, findet darin ihre Erklärung, daß im allgemeinen alles unter geringer Pressung stehende Grubengas bei vermindertem Atmosphärendrucke in größeren Mengen sich der Grubenluft beimengt, als bei hohem Atmosphärendrucke, bezw. Barometerstand. Daß sich dieser Einfluß auf die im alten Manne angesammelten Gase aller Art (CH_4 , CO_2 , CO) in erster Linie äußern muß, liegt nahe.

Aber auch die bisher zweifelhafte²⁾ Frage, ob die Schwankungen des Luftdruckes einen erheblichen Einfluß auf die Entwicklung der Schlagwetter aus den Poren der Kohlen äußert, scheint nach Versuchen, welche auf den Erzherzogl. Albrecht'schen Gruben bei Karwin³⁾ und auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft bei Aachen⁴⁾ ausgeführt sind, entschieden bejaht werden zu müssen. In Karwin ist man dabei zu folgenden, durch graphische Darstellungen näher erläuterten Ergebnissen gekommen:

1. Der Gasgehalt der Grubenluft nimmt im allgemeinen bei steigendem Luftdrucke ab und bei fallendem Luftdrucke zu.

2. Der Gasgehalt steigt um so rascher, je steiler die Luftdruckkurve abfällt; er nimmt um so schneller ab, je steiler die Luftdruckkurve ansteigt.

3. Die Entwicklung der schlagenden Wetter ist nicht von der absoluten Tiefe des Luftdruckes abhängig.

4. Folgt auf ein steiles Ansteigen der Luftdruckkurve ein wenig steiles, oder hält sich der Luftdruck, nachdem er sein Maximum erreicht hat, längere

1) Nasse in Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 267.

2) Hâton de la Goupillière in Annales des mines. Sept.-Octbr. 1880. — Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 292; 1877. Bd. 25. S. 277; 1876. Bd. 24. S. 114.

3) Näheres in dem von der Erzherzogl. Albrecht'schen Kameraldirektion in Teschen herausgegebenen Berichte: »Über den Einfluß von Luftdruckschwankungen auf die Einwirkung von Schlagwettern«, von W. Köhler. — Siehe auch Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. 1885. S. 893. — Österr. Zeitschr. 1885. Nr. 45.

4) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 72.

Zeit gleichmäßig auf seiner Höhe, so tritt ein langsames Steigen des Gasgehaltes ein. Nimmt nach einem scharfen Barometerfalle die Intensität des Fallens ab, oder hält sich die Luftdruckkurve, nachdem sie ihr Minimum erreicht hat, längere Zeit auf einem niedrigen Stande, so tritt eine langsame Abnahme des Gasgehaltes ein. Es entspricht deshalb nicht immer dem Maximum bzw. Minimum der Barometerkurve das Minimum bzw. Maximum der Gaskurve.

In Karwin hat man daraus die praktische Nutzenanwendung gezogen, daß man bei stark fallendem Barometer in den Aus- und Vorrichtungsarbeiten sofort die Schießarbeit einstellt.

Zu ähnlichen Schlüssen ist früher auch schon Harzé¹⁾ gelangt.

Daß indes der Luftdruck auch auf die Bläser einwirkt, ist von Dr. Brookmann in Bochum auf Zeche Hannover II nachgewiesen²⁾. Eine Vergleichung der beiderseitigen Kurven von Flammenhöhe des Bläfers und Luftdruck bestätigt vollkommen die oben angeführten Resultate der Karwiner Versuche, bei denen noch hervorgehoben zu werden verdient: 1) daß die Gasproben aus einem in Vorrichtung stehenden Flötze (Karlflötz) entnommen sind und daß die lokalen Verhältnisse die Möglichkeit eines bedeutenden Gasaustrittes aus dem alten Manne ausschließen; 2) daß die Resultate, ebenso wie die von Hilt auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft in Aachen erzielten, durch genaue Gasanalysen erzielt wurden, also auf Genauigkeit Anspruch machen können, während bei allen früheren Versuchen mehr empirisch verfahren wurde, u. a. in der Weise, daß man den Gasgehalt durch Beobachtung des blauen Saumes an der Flamme der Wetterlampe ermittelte.

Rud. Falb in Wien bringt die stärkeren Ausströmungen von Grubengas aus den Poren und Klüften der Kohle mit kosmischen und meteorologischen Verhältnissen in Verbindung, welche starke Luftströmungen in den höchsten Schichten der Atmosphäre veranlassen, in deren mechanischen Wirkungen wiederum die Ursachen der barometrischen Minima zu suchen sind. Rud. Falb hat schon zu wiederholten Malen darauf aufmerksam gemacht, daß die Explosionen schlagender Wetter bzw. deren stärkere Ausströmungen besonders um die Zeit der stärksten theoretischen Hochfluthen gruppenweise auftreten und daher auch mit Erdbeben-Paroxysmen zusammentreffen. So haben u. a. im Anfange des Jahres 1887 mehrere Explosionen von Schlagwettern in unmittelbarer Folge auf die Erdbeben an der Riviera, in Griechenland und Nordamerika (23. bis 26. Februar) stattgefunden, in Chatelas und Wolanka am 1. März, in Quaregnon am 5. März. Rud. Falb schließt daraus, daß wir es auch bei diesen Erscheinungen mit einem vermehrten Auftrieb der unterirdischen Gase zu thun haben, der als eine sekundäre Folgewir-

¹⁾ Em. Harzé, Des mines à grisou et des dépressions atmosphériques. Bruxelles 1884.

²⁾ Dr. Brockmann in Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34.

kung ein bis auf den Tag genaues Zusammentreffen selbstverständlich nicht erwarten läßt. Falb bezeichnet die Tage, an denen die wenigen Hauptmaxima der theoretischen Hochflut eintreten (im Jahre 1887 die oben genannten Tage des Februar, der 9. und 24. März, 8. April, die beiden Finsternistage des August, der 17. September und 16. Oktober) als meteorologisch-kritische, und hat die Erdbeben an der Riviera u. s. w. im Februar vorausgesagt. In wie weit diese Erdbebentheorie auch als Warnungsmittel für Schlagwettergruben zu benutzen ist, muß die Zukunft lehren.

§ 17. Gasproben und deren Analyse. — Die Gasproben werden am besten mit Hilfe von Aspiratoren entnommen, welche im ausziehenden Wetterstrome aufzustellen sind. In Karwin bediente man sich dazu der Winkler'schen Zinkblechflasche, welche durch einen Boden in zwei gleich große, mit Wasser zu füllende Abteilungen getrennt ist.

Die untere Abteilung enthält etwa 110 l Wasser und dient zur Aufsammlung der Gasprobe; sie steht durch den Hahn 6 (Fig. 781) mit einem Ausflußrohre in Verbindung, aus welchem in der Stunde 4 l, also in 24 Stunden 96 l ausfließen.

An der höchsten Stelle der unteren Abteilung mündet das Saugrohr, welches durch den Hahn 1 mit einem engen Kupferrohre in Verbindung steht, das am Auge des Ventilators oder bei den in der Grube aufgestellten Apparaten nahe der Firste endet. Zwischen diesem Kupferrohre und dem Hahn 4 befindet sich noch ein Kugelrohr, welches den Gang des Gases zu beobachten gestattet. Werden nun Hahn 6 und Hahn 1 geöffnet, so füllt sich das untere Gefäß allmählich mit dem zu untersuchenden Gasgemische.

Soll nach 24 Stunden eine Probe zur Analyse genommen werden, so werden die Hähne 1 und 6 geschlossen, eine Probeflasche an den Apparat gebracht, deren obere Mündung an den zwischen den Hähnen 2 und 3 befindlichen Stutzen angeschlossen wird, während die untere Mündung mit Hahn 4 durch einen Gummischlauch verbunden ist. Durch Öffnen von 3 und 4 füllt sich diese Flasche mit Wasser. Wird dann 3 und 4 geschlossen, der Gummi-

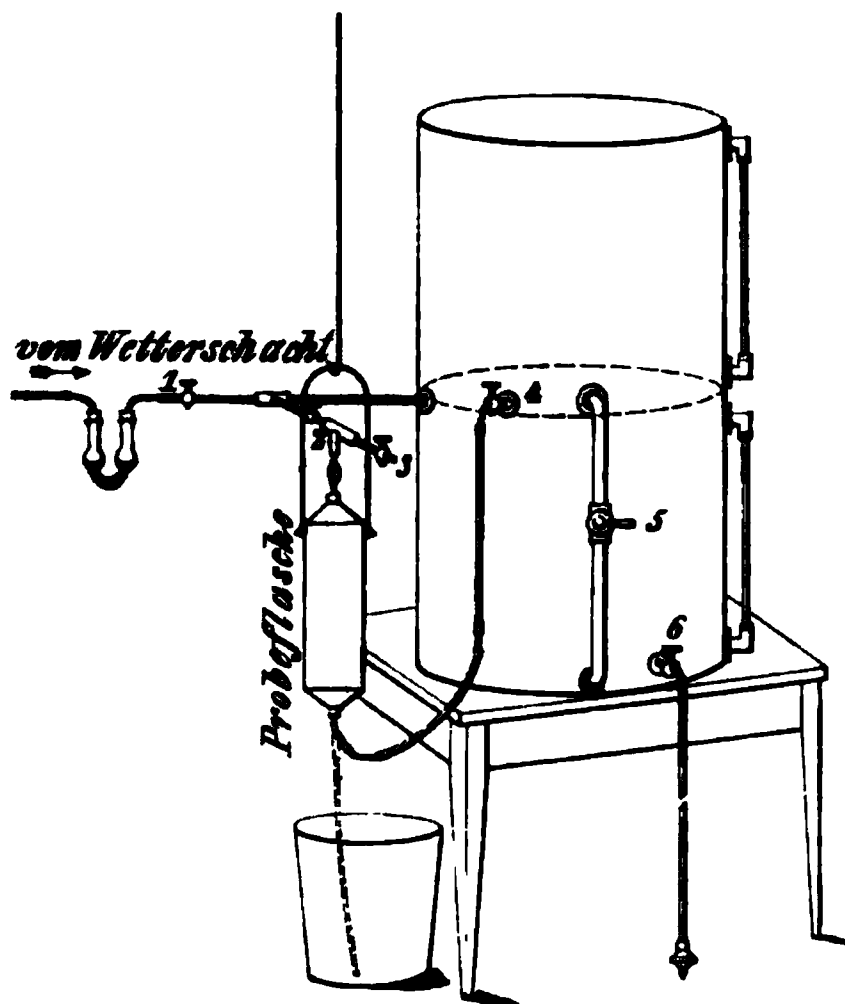


Fig. 781. Winkler's Zinkflasche für Gasproben.

1) Dr. A. Schondorff, Die Apparate des Laboratoriums der preußischen Schlagwetter-Kommission in Preuß. Zeitschr. 1887. Bd. 35.

schlauch, welcher an der unteren Mündung der Flasche hängt, in ein Gefäß gegeben und 5 und 2 geöffnet, so drückt das Wasser der oberen Aspiratorabteilung das Gas in die Probeflasche, bis es endlich durch das Wasser des untergestellten Kübels zum Vorschein kommt. Man schließt dann die Probeflasche mit Glaspfropfen und bringt sie in das Laboratorium.

Die Gasprobe steht in der Flasche unter ziemlich hohem Druck, was zur Kontrolle der Dichtheit der Probeflasche sehr wünschenswert ist. Nach der Entfernung der Probeflasche läßt man das Wasser durch Hahn 5 so lange in die untere Aspiratorabteilung strömen, bis es durch Hahn 2 zum Vorschein kommt, schließt die Hähne 5, 2, 6 und 1 und setzt dadurch den Aspirator für die nächsten 24 Stunden in Betrieb.

Die Analyse der Gasproben kann auf sehr genaue Weise nach dem von Cl. Winkler empfohlenen Verfahren¹⁾ vorgenommen werden. Danach wird das Gas zuerst durch Kalilauge geleitet, um es von der Kohlensäure zu befreien; dann passiert es eine glühende, mit Kupferoxyd angefüllte Glasröhre, in welcher das Grubengas zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird. Die gebildete Kohlensäure wird in titriertem Barytwasser aufgefangen und dann der Barytüberschuss mit Oxalsäurelösung von bestimmtem Gehalte gemessen. Auf diese Art bestimmt man die Menge der entstandenen Kohlensäure und kann aus dieser die Menge des ursprünglich vorhandenen Grubengases berechnen.

Zur Untersuchung einer größeren Anzahl von Proben in kurzer Zeit eignet sich das Grisoumeter von Coquillon-Schondorff. Dieses Instrument gestattet die Anwendung einer viel geringeren Gasmenge und führt dadurch rasch zum Ziele. 50 ccm Gas werden in ein Meßrohr gefüllt und durch Überführen in ein mit Kalilauge beschicktes Gefäß von der Kohlensäure befreit. Darauf wird das Gas über eine durch den elektrischen Strom ins Glühen versetzte Spirale aus dünnem Palladiumblech geleitet, wodurch die Grubengase zu Kohlensäure und Wasser verbrennen. Die gebildete Kohlensäure wird wieder durch Kali absorbiert und der Wasserdampf durch Erkaltenlassen des Apparates zur Kondensation gebracht. Da nun 2 Vol. Grubengas mit 4 Vol. Sauerstoff 4 Vol. Wasserdampf und 2 Vol. Kohlensäure bilden, so hat man die nach dem Versuch eingetretene Volumverminderung nur durch drei zu dividieren, um den ursprünglichen Gehalt an Grubengas zu ermitteln.

Die Handhabung des Grisoumeters ist so einfach, daß die Gasanalysen recht gut von intelligenten Arbeitern besorgt werden können.

Für die barometrischen Beobachtungen wendet man vielfach selbstregistrierende Barometer (u. a. von Meder in Leipzig) an.

§ 18. Rückschlag. — Häufig hat man die Wahrnehmung gemacht, daß nach einer Explosion ein zweiter, schwächerer Schlag, der sogen. Rückschlag, erfolgte. Derselbe entsteht dadurch, daß durch die momentane

1) Winkler, technische Gasanalyse. S. 93.

Verbrennung der schlagenden Wetter zu Kohlensäure (bezw. Kohlenoxydgas) und Wasser in den Grubenbauen eine starke Luftverdünnung stattfindet, welche durch plötzliche Einströmung der umgebenden Luft ausgeglichen wird.

§ 19. Einfluß des Kohlenstaubes und Verhalten der stärkeren Sprengmaterialien beim Sprengen. — Versuche, welche die Engländer Faraday und Lyell im Jahre 1845 gemacht hatten, und welche in Frankreich von Verpilleux im Jahre 1867, sowie von Vital im Jahre 1875 fortgesetzt wurden, haben auf den bedeutenden Einfluß aufmerksam gemacht, welchen der Kohlenstaub bei Explosionen schlagender Wetter ausübt¹⁾.

Dieser auch von Galloway und Abel bestätigte Einfluß wurde von Mallard und Chatelier²⁾ dahin eingeschränkt, »daß Kohlenstaub in Abwesenheit des Grubengases keine ernste Gefahr biete. Derselbe könne eine wichtige Rolle nur insofern spielen, als er die Folgen einer Wetterexplosion vergrößere«.

Inzwischen ist durch die Versuche der preußischen Wetterkommission³⁾ endgültig festgestellt, daß die Rolle des Kohlenstaubes eine viel wichtigere und verderblichere ist, als Mallard und Chatelier angenommen haben. Wenngleich jene in der Neunkirchener Versuchsstrecke angestellten Versuche noch nicht gänzlich abgeschlossen sind, so haben sie doch schon folgende, für die Praxis wichtigen Resultate ergeben:

1. Lochpfeifer verursachten ohne Kohlenstreuung bei Lettenbesatz erst bei 7 % Gasgehalt eine Flammenlänge von 52 m (ohne Gasgehalt bis 5 m) und eine Explosion, bei Besatz mit Kohlenstaub und einem Gasgehalt von 1,18 bis 4,7 % Flammenlängen von 15 bis 21,5 m und 1 m Geschwindigkeit, bei 5,9 % Gasgehalt Flammenlängen von 34,6 m bei sehr großer, und bei 7 % Gasgehalt solche von 44,0 m von blitzartiger Geschwindigkeit.

2. Wurde jedoch vor Ort eine 10 m lange Kohlenstreuung ausgeführt, so ergab sich, wenn dazu Staub vom Blücherflötz der Grube König bei Neunkirchen genommen wurde, schon bei 5 % Gasgehalt eine Flammenlänge von 35,6 m mit Explosion, bei Staub von Iserlohn traten dieselben Erscheinungen schon bei einem, um 1 % geringeren Gasgehalte ein.

3. Ferner wurde festgestellt, daß durch Lochpfeifer bei gewissen Kohlenarten (Staub von Pluto in Westfalen), auch ohne eine Spur von Gasgehalt der Luft, heftige Explosionen erzeugt werden können, daß allerdings beim Hinzutreten geringer Mengen von Grubengas alle Verbrennungserscheinungen stärker werden. Steigt der Gasgehalt auf 4 und mehr Procent, so zeigen

1) Bulletin de la soc. de l'ind. min. 2. sér. t. IX. p. 157. — Annales d. mines. 1879. 7. sér. t. XV. p. 374.

2) Du rôle des poussières dans les explosions de grisou (Anhang zu den Verhandlungen der franz. Wetterkommission und Annales des mines 1881). — Preuß Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 297.

3) Hilt und Margraf in Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 575; 1885. Bd. 32. S. 273.

auch solche Staubsorten unbegrenzte Fortpflanzung der Flamme, bei welchen dies sonst nicht der Fall ist.

4. Durch den Kohlenstaub können getrennt stehende Grubengasgemenge auf große Entfernungen von dem ersten Explosionsherde zur Explosion gebracht werden, auch wenn am ersten Explosionsherde ein explosibles Grubengasgemenge nicht vorhanden ist.

Die Entzündlichkeit des Kohlenstaubes hängt ab von dessen Feinheit, ferner vom Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und wahrscheinlich auch vom Gehalt an Sauerstoff. Sodann ist festgestellt, daß eine gewöhnliche Lichtflamme in Kohlenstaub entweder niemals oder doch nur in ganz seltenen Ausnahmefällen eine weitergehende Explosion veranlassen kann, sondern daß dazu ein plötzlich auf größere Ausdehnung glühend werdendes Gasgemenge gehört, sei es nun, daß dieses die Gase eines Sprengschusses oder einer Wetterexplosion sind. Dadurch kann ein sonst nicht entzündlicher Kohlenstaub glühend werden und die Explosion weiter fortpflanzen.

Alle diese Versuche wurden mit gewöhnlichem Schwarzpulver und ausblasenden Schüssen (Lochpfeifern) gemacht.

Bei werfenden Pulverschüssen konnte selbst der sonst gefährlichste Plutostaub für sich allein niemals zur Explosion gebracht werden. Derselbe ist aber bei 5% Gasgehalt schon möglich und erfolgt sicher bei 6 bis 7% Gasgehalt.

Bei Anwendung von Guhrdynamit zeigte sich, daß gewisse Sorten desselben in aufgewirbeltem Kohlenstaube schon bei einem Gasgehalte von weniger als 4% eine Zündung veranlassen können, während dies bei anderen Sorten von Guhrdynamit erst bei 7% Gasgehalt eintrat.

Weitere Versuche ¹⁾ in Neunkirchen ergaben dann aber die höchst wichtige Thatsache, auf welche schon vorher Trauzl aufmerksam gemacht hatte, daß eine Entzündung selbst der gefährlichsten Grubengasgemenge mit 9 bis 10% Methan, und bei gleichzeitiger Streuung von Kohlenstaub, mit einer ganzen Reihe der brisanteren Sprengstoffe, nämlich mit Schießbaumwolle, Sprenggelatine, Gelatinedynamit, Kinetit und Karbonit nicht erzielt werden konnte, sogar nicht mit ausblasenden Schüssen und Kohlenbesatz*). Somit ist zu hoffen, daß der Kohlenbergbau auch künftig auf die Sprengkraft nicht zu verzichten und auf mechanische Hilfsmittel, vergl. S. 206, zurückzugreifen braucht.

*) Anmerkung. Nur der Staub der Segen-Gottes Grube (Rossitzer Bergbaugesellschaft) in Mähren scheint eine Ausnahme zu machen. Derselbe entzündet sich auch bei völliger Abwesenheit von Grubengas durch jedes bis jetzt bekannte Sprengmittel und auch bei werfenden Schüssen. — Vergl. Österr. Ztschr. 1883. Nr. 7, 33, 34, 41, 42; 1886. Nr. 4. — Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Kgr. Sachsen. 1886. S. 35.

Daß durch die Verbrennung großer Massen von Kohlenstaub auch eine entsprechend größere Absorption von Sauerstoff und die Bildung von Nach-

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 59. — Zeitschr. des Ver. deutscher Ingen. 1886. Bd. 30. S. 152, 157. 549.

schwaden (Kohlensäure) veranlaßt werden muß, ist selbstredend. Es erscheint aus diesen Gründen dringend geboten, in trockenen Gruben mindestens auf allen Hauptstrecken und in der Nähe solcher Betriebspunkte, wo schlagende Wetter vermutet werden, für eine rationelle Bewässerung zu sorgen, durch welche der Kohlenstaub abgespült wird, eine bloße Befeuchtung des Kohlenstaubes genügt nicht ¹⁾).

Am Idaschachte bei Hruschau hat man mit vollständigem Erfolge das Ort eines Querschlages nach dem Besetzen der Bohrlöcher mit Dynamit und elektrischen Zündern, sowie, nachdem eine Bretterwand 50 bis 70 cm weit vom Orte aufgeführt war, mit Sand und Lehm abgedämmt. Beim Abschießen der Löcher explodierten die Gase nicht, obgleich 8% Schlagwetter nachgewiesen waren ²⁾).

§ 20. **Anwendung von Wasserbesatz.** — Galloway soll in England mit Wasserbesatz den erfreulichen Erfolg gehabt haben, daß mit Dynamitschießen in Schlagwettern und Kohlenstaub keine Flammenerscheinung eintrat. In der Neunkirchener Versuchstrecke wurde bei Pulver ermittelt, daß die Zündung von Kohlenstaub bei weitem nicht so leicht erfolgte, jedoch wurden explosibele Grubengasgemische auch bei Wasserbesatz regelmäßig zur Zündung gebracht. Auch auf den Zechen ver. Bonifazius und Zollverein ergab sich bei acht mit Wasser besetzten Pulverschüssen jedesmal Feuererscheinung und Funkenregen ³⁾. Die Galloway'schen Resultate haben eine weitere Bestätigung durch die von der königl. sächsischen Bergbehörde angeordneten Versuche gefunden. In keinem einzigen Falle (von 20) konnte nämlich bei diesen Versuchen mit Wasserbesatz und Dynamit das bis zum Gehalte von 5% in die Strecke eingeführte Gas und der entzündlichste, vor dem Schusse gehörig aufgewirbelte Kohlenstaub entzündet werden ⁴⁾.

Kapitel II.

Mittel zum Erkennen schlagender Wetter.

§ 21. **Abprobieren.** — Das schon erwähnte Mittel, die schlagenden Wetter durch den blauen Saum an der Lichtflamme zu erkennen, ist bis jetzt noch immer das beste und wird allgemein zum Abprobieren der Wetter angewendet, während die meisten sogenannten Indikatoren, s. §§ 23, 24, mehr

1) Vergl. Wabner in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 445. — Preuß. Ztschr. 1885. Bd. 33. S. 274.

2) Österr. Zeitschr. 1886. S. 277.

3) Glückauf. Essen 1885. Nr. 77, 89, 90.

4) Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Kgr. Sachsen. 1886. S. 33, 53.

oder weniger Vorschläge geblieben sind. Der mit dem Abprobieren beauftragte Feuermann stellt sich die Flamme einer geeigneten Wetterlampe ganz klein, um auch geringe Mengen bemerken zu können; bei größerer Flamme wird das Auge zu sehr geblendet und übersieht leicht die ersten Spuren des blauen Saumes.

Die Wetterlampe wird langsam und unter steter Beobachtung der Flamme von der Sohle bis zur Firste und, wenn sich schlagende Wetter durch das Wachsen des blauen Saumes kenntlich gemacht haben sollten, eben so langsam wieder zurück bewegt. Bei raschem Zurückziehen werden die brennenden Gase leicht durch den Drahtkorb hindurch geweht, ebenso, wenn der Führende die Wetterlampe nicht ruhig vor sich hält, oder dieselbe gar hin und her bewegt. Bei größeren Mengen von Grubengas wird der Saum an der Lichtflamme zu einem blauen Kegel, welcher an Größe zunimmt, bis der ganze Korb mit heller (nicht mehr blauer) Flamme erfüllt ist.

Damit ist eine doppelte Gefahr eingetreten: einmal schlägt bei der geringsten unvorsichtigen Bewegung der Lampe die Flamme durch das Drahtgeflecht, sodann wird das letztere weißglühend und entzündet direkt die schlagenden Wetter außerhalb des Korbes. Man soll deshalb in einem solchen gefährlichen Augenblicke schnell, aber ruhig, den Docht ganz niederziehen, vor allen Dingen aber nicht etwa die Lampe ausblasen wollen, sondern dieselbe auf den Boden setzen und durch Bedecken mit der Kleidung die Flamme ersticken.

Die Wetterlampe hat damit ihre Schuldigkeit gethan, sie hat das Vorhandensein der Gefahr angezeigt, bietet aber darüber hinaus keine Sicherheit weiter.

Die Indikation der gewöhnlichen (Davy-) Wetterlampe beginnt bei einem Grubengasgehalte von 2 $\frac{0}{10}$. Die Länge der sich bildenden Aureole beträgt:

bei 2 $\frac{0}{10}$ = 7 mm,

- 2 $\frac{1}{2}$ - = 10 -

- 3 - = 20 -

- 3 $\frac{1}{2}$ - = 35 -

- 4 - = 60 -

- 4 $\frac{1}{2}$ - = wird der Deckel der Lampe erreicht.

Neuerdings hat man bei den zum Vorfahren (Abprobieren) bestimmten Lampen nach einem Vorschlage von Pieler Spiritus als Brennstoff verwendet, um dadurch zu ermöglichen, daß man das Vorhandensein von Schlagwettern schon erkennt, wenn dieselben $\frac{1}{4}$ $\frac{0}{10}$ der Grubenluft betragen. Um dem Auge das Erkennen der blauen Schlagwetterflamme zu erleichtern, wird die Lampenflamme von Pieler und Cosset Dubrulle mit einem Hohlkegel, beziehungsweise mit einem Dache umgeben. Versuche auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken haben die Angaben Pieler's vollkommen bestätigt¹⁾, so daß die Pieler'sche Lampe bis jetzt der schärfste Wetter-

¹⁾ Preuß. Ztschr. 1882. Bd. 30. S. 253. — Über einfache Methoden zur Untersuchung der Grubenwetter von Fr. Pieler. Aachen 1883.

indikator ist. Ihrer Konstruktion nach ist die Pieler'sche Lampe eine vergrößerte Davy-Lampe und besteht lediglich aus dem Spiritusbehälter mit Drahtkorb und Gestelle. Wie bei Wolf's Benzinlampe darf nicht mehr Spiritus aufgegeben werden, als die in dem Behälter befindliche Watte aufzusaugen vermag, es können sich sonst leicht Spiritusdämpfe entwickeln, welche den Drahtkorb erfüllen, sich dort entzünden und in Schlagwettern Explosionen veranlassen können, weil die Lampe, ebenso wie die Davy'sche, leicht durchschlägt. Aus diesem Grunde darf die Pieler'sche Lampe auch nicht als Wetterlampe benutzt werden, wofür sie schon ihrer geringen Leuchtkraft wegen auch gar nicht bestimmt ist. Auch ist es aus demselben Grunde ratsam, in Wettern mit hohem Grubengasgehalte die gewöhnlichen Wetterlampen zum Abprobieren zu benutzen und die Anwendung der Pieler'schen Lampe auf solche Fälle zu beschränken, wo die ersteren zum Erkennen der Schlagwetter nicht empfindlich genug sind. Dies Vorgehen hat um so weniger praktische Schwierigkeiten, als die mit dem Abprobieren betrauten Personen schon der Beleuchtung wegen außer der Pieler'schen noch eine gewöhnliche Wetterlampe bei sich führen müssen ¹⁾.

Die Verlängerung der Flamme über dem Schornstein beträgt bei der Pieler'schen Lampe ²⁾:

bei 1 ‰ Gasgehalt	40 bis 50 mm,
- 2 - - -	70 - 80 -
- 3 - - -	120 mm.

Also für $\frac{1}{4}$ ‰ Gasgehalt rund 10 mm.

Auch die Wolf'sche Benzinlampe (§ 141) eignet sich bei gehöriger Verkleinerung der Flamme sehr gut zum Erkennen der Schlagwetter, indem sie bei unterer Luftzuführung schon 1 ‰ Grubengas deutlich erkennen läßt. Die Aureolen sind bei Benzin etwas länger, als bei Rüböl.

§ 22. Wetterzeichen. — Grubenbaue, in denen schlagende Wetter nachgewiesen sind, müssen von dem Feuermanne vorläufig durch Zeichen (Kreuze) kenntlich gemacht und dürfen von den Arbeitern nicht befahren werden. Die Glaubwürdigkeit dieser Zeichen dadurch zu verringern, daß sie nicht rechtzeitig wieder entfernt werden, ist in hohem Grade verwerflich.

In vielen Gruben sind die Wetterzeichen durch Warnungstafeln ersetzt, welche auf dem Füllorte so angebracht sein müssen, daß sie von keinem Arbeiter übersehen werden können. Auf diesen Tafeln haben die Feuermänner vor Beginn der Schicht die Namen derjenigen Betriebspunkte zu verzeichnen, in denen sie schlagende Wetter (»Wetter«) angetroffen haben.

§ 23. Endosmose und Exosmose. — Das Erkennen schlagender Wetter durch Endosmose und Exosmose ³⁾ ist in verschiedener Weise vorgeschlagen. Ein dünner Kautschukball wird mit Luft gefüllt. Auf ihm liegt

1) Joh. Mayer in Österr. Zeitschr. 1887. Nr. 9.

2) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 586.

3) Dingler's polyt. Journal. Bd. 177. S. 407.

der eine Arm eines Hebels, welcher den Ball etwas eindrückt, außerdem aber mit einer Feder in Verbindung steht. Wird der Hebelarm durch Eindringen des Grubengases in den Kautschukball und Anschwellen desselben gehoben, so löst der andere Arm die Feder aus, und eine von der letzteren in Ruhe gehaltene Glocke setzt sich läutend in Bewegung ¹⁾.

Hierher gehören auch die von Ansell ²⁾ und von G. H. von der Weyde ³⁾ vorgeschlagenen Indikatoren, welche aber beide keine praktische Anwendung gefunden haben.

§ 24. Patent-Gasindikator von Liveing. — Während die bisher vorgeschlagenen Apparate auf den physikalischen Eigenschaften des Grubengases beruhen, hat Liveing einen Patent-Gasindikator konstruiert ⁴⁾, bei welchem die Brennbarkeit des Gases zu Grunde gelegt ist. Zwei Spiralen von feinem Platindraht werden durch Drehung eines, im Boden des Apparates befindlichen Elektromagneten ins Glühen versetzt. Die eine Spirale ist luftdicht von einer mit reiner Luft gefüllten Glasröhre umschlossen, die andere ist dagegen dem Gasgemenge ausgesetzt und glüht um so stärker, je höher der Gehalt der Wetter an Methan (CH_4) ist. Mit Hilfe eines einfachen Lichtstärkemessers, welcher durch ein kleines Fenster beobachtet werden kann, läßt sich aus der Glühdifferenz der beiden Spiralen der Gehalt an Methan genau ermitteln und zwar schon von $\frac{1}{4}$ % an.

Nach Versuchen auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken und auf der Gouleygrube bei Aachen haben sich jedoch die Nachteile ergeben, daß man jeden Tag einen neuen Drahtzylinder mit Platinspirale braucht, sowie ferner, daß jede Differenz im Querschnitte der Platinspirale einen verändernden Einfluß auf die Stromwiderstände und auf das Glühen ausübt. Besonders die geringe Dauerhaftigkeit der äußerst feinen Platinspiralen erweckt wenig Hoffnung, daß sich der Apparat in der Praxis als brauchbar erweisen wird. Überhaupt haben sich bis jetzt derartige Apparate in ihrer Zuverlässigkeit und allgemeinen Anwendbarkeit noch nicht so weit bewährt, daß man die gewissenhafte Untersuchung aller gefährlichen Baue durch besondere Feuermänner entbehren könnte, zumal jetzt die Pieler'sche Lampe (S. 682) ein sehr empfindliches Mittel an die Hand giebt. Diese Untersuchung hat sich vor der Schicht auf Abprobieren der Wetter, nach der Schicht auf den guten Zustand aller auf die Wetterführung einwirkenden Vorkehrungen, besonders auf Wetterthüren und Wetterverschläge, zu erstrecken.

§ 25. Gas-Entdecker (detector) von W. E. Garforth ⁵⁾. — Nur mit der

¹⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1865. Nr. 33. S. 280.

²⁾ Ebenda. 1866. S. 216. — Österr. Zeitschr. 1868. S. 473 ff.

³⁾ Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1870. S. 167.

⁴⁾ On an instrument for the detection and measurement of inflammable gaz in the atmosphere of mines, by E. H. F. Liveing, Assoc. Royal School of mines: Mining Engineer. Sole manufacturers: L. Clark, Muirhead & Co. Regency Street, Westminster S. W. — Österr. Zeitschr. Wien 1880. S. 586. — Engineering. Vol. 30. p. 114.

⁵⁾ Société de l'ind. min. Mars 1885. pag. 23.

kleinen Davy-Lampe, weil man dieselbe ganz schräg halten kann, ohne daß sie erlischt, ist es möglich, das Grubengas am höchsten Punkte von Höhlungen nachzuweisen. Da man die Davy-Lampe aus diesem Grunde vielfach zum Abprobieren verwendet, dieselbe jedoch bei einer Geschwindigkeit des Wetterstromes von 2 m leicht durchschlägt, so sind die Davy-Lampen bei unvorsichtiger Handhabung gefährlich.

Um nun die, eine weit größere Sicherheit bietenden Lampen mit Glaszylinder (Mueseler, Marsaut u. s. w.) zu demselben Zwecke benutzen zu können, saugt W. E. Garforth das Grubengas mit einer 5 cm weiten, 8 cm hohen und am Halse mit einer kleinen Bronzeröhre versehenen, birnenförmigen Kautschukblase ein, nachdem durch Zusammendrücken die Luft aus derselben entfernt ist, und bläst das Gas durch eine, am unteren Ende mit einem Kugelventile, oben mit Drahtgewebe verschlossene, durch den Ölbehälter hindurchgehende kleine Blechröhre, welche man während der Probenahme an einem sicheren Orte stehen lassen kann. Es ist klar, daß man mit der kleinen, in der Tasche zu tragenden Kautschukblase auch in ganz kleinen Höhlungen, Klüften u. s. w. Gasproben nehmen kann, was mit keinem anderen Apparate möglich ist.

Kapitel III.

Mittel zur Beseitigung böser Wetter.

§ 26. **Allgemeines.** — Unter den vielfachen Mitteln zur Beseitigung böser und besonders schlagender Wetter muß als das naturgemäße und wirksamste die gehörige Verdünnung durch atmosphärische Luft, also eine gute natürliche oder künstliche Wetterführung, welcher man zeitweilig durch Eingießen von Wasser in den einziehenden Schacht (S. 675) zu Hilfe kommen kann, obenan gestellt werden. Auch ist es in dieser Beziehung vorteilhaft, Betriebspunkte mit stärkerer Gasentwicklung dauernd im Betriebe zu erhalten, weil einmal durch Lichter und Atmungsproceß ein Teil der Gase verzehrt wird, sodann auch die Bewegung der Arbeitenden einer Ansammlung größerer Gasmengen entgegenwirkt.

Die Vorschläge, den letzteren Zweck durch »ewige Lampen« oder durch beständig überspringende elektrische Funken zu erreichen, haben bei größeren, plötzlichen Ausströmungen von Gas schwer wiegende Bedenken.

Das »Buschen« (wiederholtes, rasches Niederlassen eines buschigen Zweiges in Schächten, oder Schlagen mit einem solchen in Strecken) wird mit Vorteil in kleinen Grubenräumen angewendet, um die Verdünnung böser Wetter durch frische zu befördern. Dadurch, daß man Wasser in den

Schacht fallen läßt (etwa durch Übergießen der Pumpen, wenn keine besondere Vorkehrung vorhanden ist), erreicht man denselben Zweck.

§ 28. **Körner'scher Apparat.** — Der Körner'sche Apparat¹⁾ soll die schlagenden Wetter dadurch entfernen, daß dieselben an fünf Brennern einer Ligroinlampe, welche mit rotglühend erhaltenem Asbest- und Palladiumschwamm versehen sind — (zur Entzündung der Schlagwetter ist Weißglut nötig) — langsam verbrannt werden.

Die Versuche auf der Grube Langenberg bei Kohlscheid und Maria bei Höngen haben ergeben, daß der Apparat in 34 Minuten 2,27 cbm, also in einer Stunde rund 4 cbm schlagende Wetter verzehrte.

Ist dieser Erfolg an und für sich schon unbedeutend, so haben eingehende Versuche auf den Gruben Heinitz und Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken weiter ergeben, daß die Lampe in Wettern, welche mehr als 12% Grubengas enthalten, wegen Mangels des zur Unterhaltung der Ligroinverbrennung und der Rotglut an den Asbestkapseln nothwendigen Sauerstoffes überhaupt nicht wirkt und daß, wenn dies bei genügend vorhandenem Sauerstoffe der Fall ist, durch die Verbrennungsprodukte eine bedeutende Verschlechterung der Wetter und eine große Hitze entsteht, auch erlischt die Lampe infolge der entwickelten Kohlensäure. Da man endlich ein Ort durch weit einfachere Hilfsmittel und in kürzerer Zeit von Schlagwettern reinigen kann, auch die komplizierte und wenig dauerhafte Konstruktion der Lampe häufige Reparaturen erfordert, welche an Ort und Stelle nie ausgeführt werden können, so ist man zu dem Schlusse gekommen, daß die Körner'sche Lampe eine praktische Bedeutung für den Bergbau nicht hat.

B. Wetterversorgung.

Kapitel IV.

Zirkulation der Wetter in den Grubenbauen.

§ 28. **Allgemeines.** — Die Zuführung frischer Wetter in die Grubenbaue und die Bewegung derselben in den letzteren ist nur möglich, wenn das Gleichgewicht der Luftmassen in oder vor der Eintritts- oder Austrittsöffnung ein gestörtes ist. Ebenso wie die Bewegung der Luftmassen über Tage, entsteht der Wetterzug in der Grube dadurch, daß spezifisch schwere Luft die leichtere verdrängt.

¹⁾ Winkler, Analyse der Industriegase. II. — Journal für Gasbeleuchtung. 1878. Nr. 2. — Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 252.

Diese Störung des Gleichgewichtes kann entweder auf natürlichen oder künstlich hervorgebrachten Temperaturunterschieden, sowie ferner auf Verdünnung oder Verdichtung der Luftmassen durch saugende, bezw. blasende Wettermaschinen beruhen.

§ 29. **Wettermenge.** — Die Wettermenge, welche eine Grube durchzieht, ist

$$M = Q v,$$

wobei noch die Reibungswiderstände zu berücksichtigen sind. Die Luftmenge wächst also direkt mit dem Querschnitte Q und der Geschwindigkeit v .

Die letztere läßt sich berechnen nach der Formel

$$v = \sqrt{2gH\left(\frac{s'-s}{s}\right)},$$

in welcher bedeutet:

$g = 9,808$,

H = Tiefe des Schachtes A (Fig. 782),

s' = größere Dichtigkeit der Luft in dem höher gelegenen Schachte (im Sommer),

s = geringere Dichtigkeit der äußeren Luftschicht B über dem Stollenmundloche oder über einem tiefer gelegenen Schachte (im Sommer, s. § 42)

Fig. 782. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

Sind s' und s nicht durch Manometermessungen gegeben, so kann man dafür die Temperatur der beiden Luftsäulen einsetzen. Bedeutet also

t' die geringere Temperatur im einziehenden Wetterstrome,

T' die größere Temperatur im ausziehenden Wetterstrome,

a den Ausdehnungskoeffizienten der atmosphärischen Luft $= 0,00367$, so entsteht die Formel:

$$v = \sqrt{2gHa\left(\frac{T' - t'}{1 + aT'}\right)}.$$

Die Geschwindigkeit läßt sich demnach vergrößern:

1. durch die Vermehrung von H , also z. B. durch Aufsattelung des Schachtes;

2. durch Vermehrung der Differenz zwischen s' und s , beziehungsweise T' und t' , also durch Verdünnung der einen und Verdichtung der anderen Luftsäule, sei es durch Erwärmung, bezw. Abkühlung¹⁾, sei es

1) Das im VI. Abschn. § 466 beschriebene Verfahren, durch tiefgekühlte Salzlösung Schwimmsand zum Gefrieren zu bringen, gedenkt der Erfinder auch insofern nutzbar machen zu können, daß er die Wetter im einziehenden Schachte etwa bis auf $+ 4^{\circ}$ abkühlt; eine größere Kälte würde nur in trockenen Schächten anwendbar sein.

durch Aussaugen, bezw. Komprimieren. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Geschwindigkeit nur mit der Quadratwurzel aus diesen Werten wächst. Das Aufsatteln eines Wetterschachtes von 100 m Tiefe um 44 m würde z. B. die Geschwindigkeit des Wetterstromes nicht um 44%, sondern nur im Verhältnisse $\sqrt{100} : \sqrt{144} = 10 : 12 = 100 : 120$, also nur um 20% vermehren. Dasselbe gilt von der Vergrößerung des Bruches $\frac{T^0 - t^0}{1 + a T^0}$. Daraus folgt im allgemeinen, daß eine Vermehrung des Luftquantums durch Vergrößerung der Geschwindigkeit nur in beschränktem Grade vorteilhaft ist.

§ 30. Einfluß des Querschnittes und der Reibung. — Anders steht es mit der Vergrößerung des Querschnittes, zu welcher das durchziehende Luftquantum in direktem Verhältnisse steht, und welche man entweder dadurch erreicht, daß man den Strecken und Schächten größere Dimensionen giebt, oder dadurch, daß man den Wetterstrom teilt und jedem Teilströme einen besonderen Weg zuweist, wodurch sich gleichzeitig die Gesamtlänge des letzteren vermindert.

Die Reibungswiderstände ¹⁾, welche der Wetterstrom zu überwinden hat, vermindern die Druckhöhe H und damit auch die Geschwindigkeit. Sie stehen sowohl mit dieser, als auch mit dem Umfange des Querschnittes und mit der zu durchlaufenden Länge in direktem, mit dem Inhalte des Querschnittes in umgekehrtem Verhältnisse. Hiernach ist der günstigste Querschnitt derjenige, welcher bei dem größten Inhalte den kleinsten Umfang hat, also in erster Linie die Kreisform, welche man bei Schächten, in zweiter Linie das Quadrat, welches man bei Strecken anwenden kann.

Höchst ungünstig wirken auf die Geschwindigkeit Verengungen und Krümmungen, welche deshalb besonders in den Hauptwetterstrecken zu vermeiden sind.

Im allgemeinen beträgt die Geschwindigkeit in den Wetterstrecken 4 m, in den Abbauen selten über 1 m in der Sekunde.

§ 31. Depression ²⁾. — Der Unterschied in der Spannung der durch Erwärmung oder Ansaugen verdünnten und der äußeren Luft heißt Depression. Dieselbe wird durch Druckapparate oder Manometer gemessen und gewöhnlich in Millimeter Wassersäule ausgedrückt. Im allgemeinen beträgt diese Differenz bei saugenden Ventilatoren nur 39 bis 52 mm und zeigt sich darin ein wesentlicher Unterschied mit den Ansprüchen, welche man an Hüttengebläse stellt, denn während man von diesen ein beschränktes Wetterquantum von hoher Pressung verlangt, ist es bei dem Wetterzuge für die Gruben gerade umgekehrt.

Wird die Depression mit H und das in einer Sekunde in die Grube eingetretene Luftquantum mit q bezeichnet, dann ist

$$(1) \quad \frac{Hq}{75} = 0,0133 Hq$$

¹⁾ Combes, Traité de l'expl. des mines. t. II. p. 385.

²⁾ Hâton de la Goupillière, Cours de l'expl. d. min. Paris 1885. II. p. 386.

diejenige Arbeit in Pferdekräften, welche zum Einziehen jener Luftmenge aufzuwenden ist.

Denkt man sich alle Wetterwege zu einem einzigen von der Länge l und dem Umfange p vereinigt und denkt sich ferner den Querschnitt f dieses Wetterweges (Strecke, Schacht) auf eine durch die Geschwindigkeit v ausgedrückte Länge fortbewegt, so entsteht ein Körper von dem Inhalte

$$(2) \quad f v = q.$$

Bei demselben Querschnitte ist Hf der Ausdruck für die, auf den ersteren wirkende bewegende Kraft, $c p l v^2$ derjenige für die Reibungswiderstände, wobei c ein konstanter Koeffizient ist, so daß man die Gleichung:

$$(3) \quad H = c \frac{l p v^2}{f}$$

erhält. Die Konstante c wird von Devillez ¹⁾ auf 0,001800 angegeben.

Setzt man in die Gleichung (3) den Wert für v aus Gleichung (2), so entsteht

$$(4) \quad H = c \frac{l p q^2}{f^3}.$$

Bringt man diese Gleichung in die Form:

$$(5) \quad \frac{H}{q^2} = c \frac{l p}{f^3},$$

so hat man im ersten Gliede die veränderlichen Elemente der Wetterversorgung, im zweiten die durch die Verhältnisse der Grube gegebenen Faktoren; je nach Verschiedenheit der letzteren wird auch das Verhältnis $\frac{H}{q^2}$ bei jeder Grube ein anderes sein. Den Einfluß, welchen die Verhältnisse einer Grube, besonders der Querschnitt der Wetterwege (Verengung oder Erweiterung), auf die größere oder geringere Leichtigkeit der Ventilation ausüben, indem sie zur Fortbewegung eines bestimmten Luftquantums eine mehr oder weniger hohe Depression verlangen, nennt Guibal das Temperament der Grube.

§ 32. **Druckmesser.** — Zum Messen der Depression oder der bewegenden Druckhöhe der Luft werden Druckmesser oder Manometer angewendet, welche in der Regel mit Wasser gefüllt sind. Der einfachste Apparat ist ein U-förmiges Glasrohr mit etwa 16 cm langen Schenkeln, von denen der eine mittelst eines Messingrohres in den luftverdünnten Raum mündet, während der andere Schenkel dem normalen Luftdrucke ausgesetzt ist. Eine zwischen den Schenkeln angebrachte, verschiebbare Skala wird mit ihrem Nullpunkte in der Höhe des Wasserstandes an einem der Schenkel eingestellt, so daß man den Abstand des Wasserstandes im anderen Schenkel ablesen kann.

Da bei dem Schwanken des Wasserstandes das Ablesen an der Skala nicht genau ist, so benutzt man sehr häufig den von Ochwaldt angegebenen Druckmesser (D. R. P. Nr. 4540). Derselbe besteht aus den genau gleich weit gebohrten Röhren A und B , Fig. 783 und 784, welche unterhalb der

1) Devillez, Ventilation des mines. p. 37.

Scheidungs wand in Verbindung stehen. Die Wasserfüllung geschieht bei *H*, die Kontrolle des Wasserstandes durch den Wasserhahn *J*, die Verbindung mit dem luftverdünnten Raume mittelst des Schlauchmundstückes *N*. In den Cylindern befinden sich die Schwimmer *D* und *E*, welche mit dem gleicharmigen Bogensegmente *F* und den Ketten *K* mit einander verbunden sind. Das Bogensegment *F* ist mit der horizontal gelegenen Achse *G* verbunden und diese überträgt an ihrem äußeren Ende die Auf- und Niederbewegung des Schwimmers auf einen Zeiger, der an einer, in einem Blechkasten angebrachten Skala den jedesmaligen Druck in mm Wassersäule anzeigt.

Fig. 783.

Ochswald'sche Druckmesser mit Wasserfüllung.

Fig. 784.

Soll die Depression graphisch dargestellt werden, so ist auf den Schwimmer *D* eine Stange *S* gesetzt. Eine an derselben angebrachte Schreibvorrichtung drückt gegen eine Trommel *T*, welche von einer gewöhnlichen Stundenuhr so gedreht wird, daß sie alle 24 Stunden eine volle Umdrehung macht. Auf der Trommel ist ein Papierstreifen befestigt, welcher in seiner senkrechten Einteilung die Stunden, in seiner wagerechten den Wassersäulendruck von 0 bis 150 mm anzeigt.

§ 33. Gleichwertige Öffnung¹⁾. — In einer gegebenen Grube kann bei einer bestimmten Depression *H* an der Mündung des ausziehenden Schachtes nur ein Luftquantum *M* durchgehen. Solch eine Grube kann mit Rücksicht auf die Widerstände, welche sie dem durchziehenden Wetterstrome entgegensetzt, mit der Öffnung *a* in dünner Wand verglichen werden, durch welche das Luftquantum zieht, wenn der Unterschied des Überdruckes auf beiden Seiten der Öffnung = *H* ist.

a ist dann die gleichwertige Öffnung (orifice équivalent) der Grube.

¹⁾ D. Murgue in Bull. de la soc. de l'ind. min. 3. sér. t. IV. p. 769. — Über Grubenventilatoren von Daniel Murgue, mit einigen Zusätzen deutsch bearbeitet von Julius Ritter von Hauer. Leipzig 1884.

Wird der Inhalt dieser Öffnung durch eine Zahl ausgedrückt, so kennzeichnet dieselbe die allgemeinen Bedingungen, welche die betreffende Grube für die Wetterzirkulation darbietet, und ermöglicht dadurch einen sehr einfachen Vergleich mit anderen Gruben.

Man findet den Wert für a aus der Formel $a = \frac{0,38 M}{\sqrt{H}}$, in welcher M das durchziehende Luftquantum, H die volle Depression, beide an der Mündung des ausziehenden Schachtes gemessen, bedeuten.

Je nach der Größe von a kann man unterscheiden:

mittlere Gruben mit $a =$	4,09 m,
enge - - - a unter 4,09 -	
weite - - - a über 4,09 -	

Kapitel V.

Mittel zur Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges.

§ 34. **Abschreiten mit einem offenen Lichte.** — Ein einfaches Mittel, die Geschwindigkeit des Wetterstromes in einer Strecke von annähernd gleichem Querschnitte zu messen, besteht darin, daß man eine vorher abgemessene Länge von z. B. 100 m mit einem offenen Lichte in der Hand in der Richtung des Wetterstromes durchschreitet und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß die Flamme gerade steht. Die Zeit, in welcher diese Wegeslänge zurückgelegt wird, giebt zugleich diejenige an, welche die Wetter brauchen, um 100 m zu durchlaufen; der in einer Sekunde zurückgelegte Weg kann daraus leicht berechnet werden. Die Beobachtung muß, um einen einigermaßen richtigen Durchschnitt zu ergeben, mehrmals wiederholt werden; auch erfordert das Verfahren einige Übung.

§ 35. **Anzünden von Pulver.** — Bei einer anderen Methode läßt man an dem einen Ende einer abgemessenen Streckenlänge Pulver entzünden und beobachtet an dem anderen Ende die Zeit, welche der Pulverdampf gebraucht, um bis zu dem Beobachter zu gelangen.

§ 36. **Anemometer.** — Für genauere Messungen bedient man sich der Anemometer, von denen man dreierlei Arten unterscheidet, nämlich das Pendelanemometer [von Henaut¹⁾, Dickinson²⁾], das Flügelanemometer [Combes³⁾, Biram⁴⁾, Casella], und das Kugelanemometer von Robinson.

1) Ponson, Traité de l'expl. des mines. t. II. p. 57.

2) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 50.

3) Combes, Traité de l'expl. des mines. t. II. p. 565. — Ann. d. mines. 3. sér. t. XIII. p. 103.

4) Preuß. Ztschr. 1858. Bd. 6. S. 94; 1862. Bd. 10. S. 49; 1860. Bd. 8. S. 194.

§ 37. **Das Pendelanemometer von Dickinson** (Fig. 785, 786) besteht aus Messing.

In einem äußeren Rahmen *a* hängt an gekörnten Zapfen *c* ein innerer Rahmen *b*, dessen Gewicht durch das Gegengewicht *f* ausgeglichen und welcher mit gummiartigem Taft *l* überspannt ist. An der Handhabe *g* hält man den Apparat, *h* ist eine Libelle und *K* ein Quadrant, an welchem man den Ausschlag ablesen kann.

Mit dem Apparate von Dickinson wurden in den Kohlengruben von Mährisch-Ostrau täglich drei Beobachtungen an bestimmten Stellen gemacht und in ein dafür bestimmtes Buch eingetragen, um jede Abweichung in der Geschwindigkeit der Wetter schnell ermitteln zu können¹⁾.

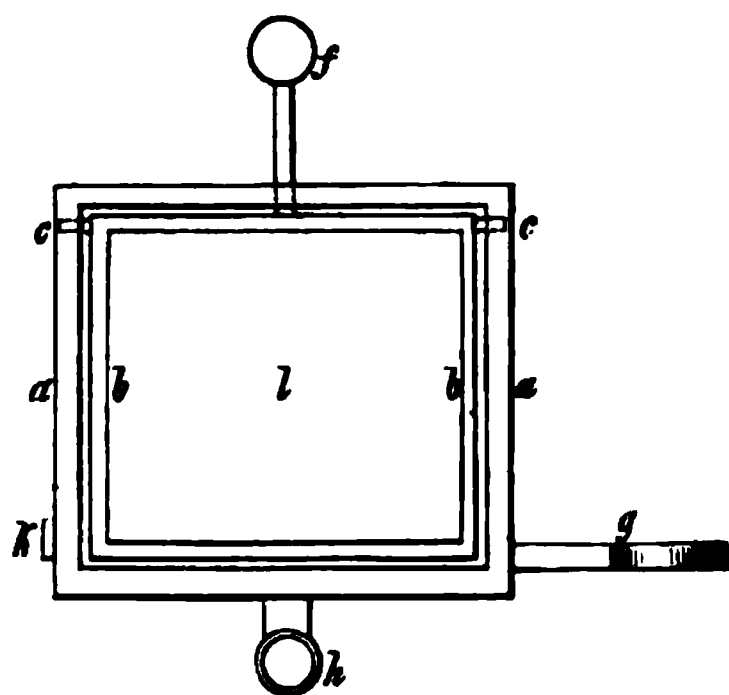


Fig. 785.

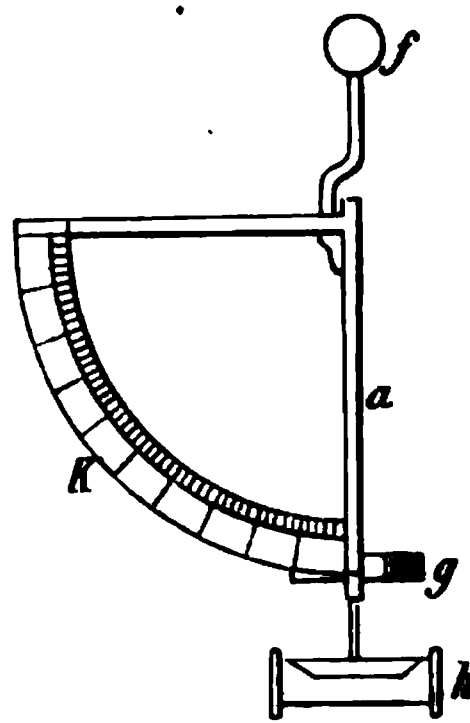


Fig. 786.

Pendelanemometer von Dickinson.

§ 38. **Biram's Anemometer.** — Gebräuchlicher sind in deutschen Gruben die Flügelanemometer von Biram und besonders dasjenige von Casella.

Das Biram'sche Anemometer besteht aus einer horizontalen Achse mit 12 gegen die Achsenrichtung schief gestellten, seidenen und mit Gummilösung getränkten Flügeln. Dieses Flügelrad ist in einen Rahmen von Rotkupfer eingeschlossen, dessen innerer Durchmesser bei größeren Instrumenten etwa 0,314 m, bei kleineren 0,157 m beträgt. Auf der Flügelachse befindet sich ferner eine Schraube ohne Ende mit so viel Umgängen, daß durch dieselben ein Rad mit 10 Zähnen um einen Zahn fortgerückt wird, wenn das Flügelrad 10 Umdrehungen gemacht hat. Am Ende der Welle des Rades sitzt ein Zeiger, welcher auf einem Zifferblatte mit 10 Ziffern im Kreise herum bewegt wird. Das Vorrücken des Zeigers um eine Ziffer entspricht also 10 Umdrehungen des Flügelrades. Die Einer müssen abgeschätzt werden.

Auf der Achse des ersten der eben genannten Räder sitzt ein zweites, welches in ein drittes mit 10 Zähnen eingreift, dessen Achse wiederum mit Zeiger und Zifferblatt versehen ist, um die Hunderter ablesen zu können. Es gruppieren sich also um die Flügelachse bei kleineren Instrumenten zwei, bei größeren sechs Zifferblätter, welche nacheinander mit den Zeichen X, C, M,

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 18.

XM, CM, MM versehen sind und auf denen sich die Zeiger je um eine Zahl fortbewegen, nachdem jeder derselben auf dem vorhergehenden Zifferblatte eine volle Umdrehung gemacht hat.

Das Instrument muß in der Mitte des Streckenquerschnittes aufgestellt werden. Man kann aber die auf den Zifferblättern angegebene Zahl nicht direkt benutzen, weil dabei die Reibungswiderstände nicht berücksichtigt sind, welche erst überwunden werden müssen, bevor das Flügelrad seine Bewegung beginnt. Da ferner die Reibungswiderstände nicht bei jedem Instrumente dieselben sind, so muß für jedes erst eine Gebrauchsformel ermittelt werden.

Diese besteht aus einer Konstanten v' , welche die Geschwindigkeit angiebt, bei welcher der Wetterstrom noch nicht imstande ist, die Flügel in Umdrehung zu versetzen, und dem Produkte $a u$, wenn a der Erfahrungskoeffizient ist, mit welchem die für eine Sekunde berechnete Umdrehungszahl u multipliziert werden muß, um nach Zusatz der Konstanten v' die wirkliche Geschwindigkeit zu bekommen. Die Formel heißt demnach $v = v' + a u$. Die Konstanten v' und a müssen mit Hilfe von Pulverdampf (§ 35) oder auf eine andere Art bestimmt werden.

Die westfälische Wetterkommission (1868—1871) hat einmal die Formeln zweier von ihr gebrauchten Instrumente von 0,314 m Durchmesser durch Versuche mit einem in der Bochumer Bergschule befindlichen Göpelapparate nach der Methode der kleinsten Quadrate berichtigt, auf Metermaß zurückgeführt und die Formeln dabei für das eine Instrument auf

$$1) \quad v = 0,066 + 0,2898$$

und für das andere auf

$$2) \quad v = 0,0815 + 0,2909$$

festgestellt ¹⁾.

Bei einem Querschlage von 4 qm würde das Wetterquantum auf folgende Weise zu bestimmen sein:

Der Apparat wird möglichst in der Mitte der Strecke und so aufgestellt, daß der Wetterstrom die den Zifferblättern entgegengesetzte Seite trifft. Man notiert, bevor man die Arretierung löst, die auf den Zifferblättern angegebene Zahl; dieselbe möge 1390405 sein. Nach Lösung der Arretierung beobachtet man 145 Sekunden lang, arretiere wieder und lese die Zahl 1391110 ab. In 145 Sekunden wurden also 705, in einer Sekunde 4,862 Umdrehungen gemacht. Daraus ergibt sich:

$$v = 0,066 + 0,2898 \cdot 4,862 = 1,475 \text{ m}$$

und die Luftmenge

$$4 \cdot 1,475 = 5,900 \text{ cbm für die Sekunde.}$$

Die Unterschiede in den durch Ermittlungen mit dem Anemometer festgestellten Luftmengen bewegen sich bei verschiedenen Thermometer- und Barometerständen, wie sie auf Gruben überhaupt vorkommen können, zwischen

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 24. S. 37.

0 bis 15,5 %¹⁾. Um einen zuverlässigen Durchschnitt zu erhalten, müssen die Beobachtungen des Anemometers 2 bis 3 mal wiederholt und schließlich noch mit einem Näherungskoeffizienten multipliziert werden, damit die durch den Ausbau der Beobachtungsstrecke veranlaßte Reibung berücksichtigt werde.

Nach Dr. Schondorff²⁾ beträgt dieser Koeffizient bei Holzausbau 0,75, in Strecken ohne Ausbau 0,80, und bei Ziegelmauerung 0,85.

§ 39. **Casella's Anemometer**³⁾ hat acht Flügel aus Aluminiumblech, welche auf einer in Saphirlagern ruhenden Gußstahlachse schief angebracht sind. Eine auf der Achse befestigte Schraube ohne Ende steht mit einem Uhrwerke in Verbindung, dessen Zeiger nicht die Zahl der Umdrehungen, sondern direkt die Geschwindigkeit des Luftstromes in Metern, bzw. den Weg angiebt, welchen die Wetter während der Beobachtungszeit zurückgelegt haben; das Casella'sche ist deshalb eines der bequemsten und beliebtesten Anemometer. Reduziert man den Weg auf eine Minute und addiert dazu eine Konstante, welche bei jedem Casella etwa 10 beträgt und den Einfluß der Trägheit, sowie der Reibung angiebt, so hat man die wahre Geschwindigkeit, welche nur noch mit dem Querschnitte multipliziert zu werden braucht, um annähernd richtig das Luftquantum zu ermitteln.

Im Aachener Bezirke hat man für die Casella'schen Anemometer folgende Formel festgestellt:

$$v = 0,1416 + 0,8666 u + 0,04888 u^2,$$

darin ist v die Luftgeschwindigkeit in einer Sekunde in Metern, u die abgelesene Geschwindigkeit. Der Apparat gestattet eine Ablesung bis zu 10 000 000 Umdrehungen.

§ 40. **Das Anemometer von H. Recke** (D. R. P. Nr. 8460)⁴⁾ ist eine erhebliche Verbesserung des früher vielfach gebrauchten Combes'schen Anemometers. Dasselbe besitzt acht Aluminiumflügel, welche in einer solchen Weise befestigt sind, daß ihnen durch Versuche der, die größte Empfindlichkeit gewährleistende Stoßwinkel gegeben werden kann. Die Achsen des Zählwerks und der Flügelradwelle laufen in Steinlagern, sind dadurch sehr gegen Abnutzung geschützt und ermöglichen einen leichten Gang. Außerdem hat das Recke'sche Anemometer eine zweckmäßige Arretiervorrichtung, welche vor Irrthümern sichert. Der Apparat hat gegenüber dem Casella'schen den Nachteil, daß sein Zählwerk nur 5000 Umgänge gestattet.

§ 41. **Anemometer von Robinson. Wetterstationen.** — Die regelmäßigen und in Westfalen alle zwei Tage wiederholten Wettermessungen werden an Stationen vorgenommen, welche bei bestimmtem Querschnitte 2 m (in Heinitz 10 m) Länge haben und durch Bretterverkleidung hergestellt sind.

Zur beständigen Kontrolle des ein- und ausziehenden Wetterstromes empfiehlt man die Aufstellung stationärer Anemometer in der Haupt-

1) Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 40.

2) Ebenda. 1876. Bd. 24. S. 122.

3) Ebenda. S. 166—167.

4) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 165.

wetterstrecke. Dieselben sind mit einem Zählapparate über Tage verbunden und zeigen in jedem Augenblicke die Menge der ausziehenden Wetter an.

Bis vor kurzem konnte man indes kein Anemometer finden, dessen Teile nicht nach einiger Zeit abgenutzt waren, weil sie vor der Einwirkung der Grubenfeuchtigkeit und des schlammhaltigen sauren Wassers nicht geschützt werden konnten. Von Dr. Schondorff ist nun ein Robinson'sches Anemometer konstruiert worden, welches diese Fehler vermeidet¹⁾. Die Einrichtung desselben ist folgende: Durch die Geschwindigkeit des an den hohlen Halbkugeln *a* (Fig. 787, 788) angreifenden Wetterstromes werden die kreuzweis übereinander liegenden Arme *b* sowie die senkrechte Achse *c* in rotierende Bewegung versetzt und die letztere durch eine Schnecke *d* auf ein

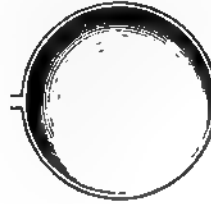


Fig. 787.

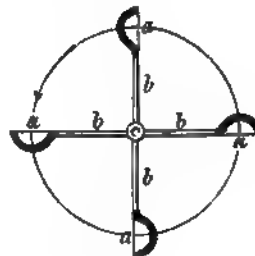


Fig. 788. Kugel-anemometer.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 253.

Zahnradchen e übertragen, welches seinerseits durch das Stiftchen f bei jedem Umgange die Federn g einmal zusammenpreßt und dadurch einen elektrischen Strom schließt. Bei h und h , sind Klemmschrauben zur Befestigung der zum Zählwerke führenden elektrischen Leitung angebracht.

Um zu verhüten, daß Grubenschmutz an die Teile d , e , f und g kommt, hat Dr. Schondorff bei i ein Steinölbad angebracht, in welchem sich der mit der Drehachse e verbundene Glaszylinder k bewegt, wodurch der vollständige Abschluß der Grubenluft ohne eine erhebliche Vermehrung der Reibung herbeigeführt ist.

Kapitel VI.

Natürliche Wetterversorgung.

§ 42. **Entstehung und Umsetzen des natürlichen Wetterzuges.** — Zur Versorgung der Grubenbaue mit frischen Wettern auf natürliche Weise müssen Eintritts- und Austrittsöffnungen in verschiedenem Horizonte liegen. Durch den Temperaturunterschied über und unter Tage wird die für die Bewegung der Wetter nötige Störung des Gleichgewichtes herbeigeführt.

Während die Temperatur der Tagesluft wechselt, bleibt diejenige der Grubenluft schon bei 20 m Tiefe unverändert, ist also z. B. im Winter wärmer und leichter, im Sommer kälter

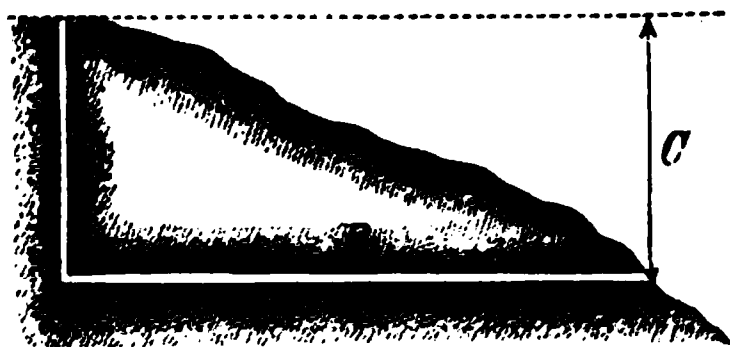


Fig. 789. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

und schwerer, als die Tagesluft. Es wird also im Winter die über dem Stollenmundloche stehende Luftsäule C (Fig. 789) schwerer sein, als diejenige im Schachte A , die Wetter werden folglich im Stollen ein- und im Schachte ausziehen; im Sommer ist es umgekehrt. Während der Ausgleichung

der Temperatur im Frühjahr und Herbst erfolgt das Umsetzen, vor demselben tritt aber ein Stillstand des Wetterstromes ein.

Stehen zwei Schächte, deren Hängebänke nicht in gleichem Horizonte liegen, miteinander in Verbindung, so wird dasselbe Verhältnis stattfinden, nur wird die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Wetterstrom bewegt, entsprechend dem geringeren Unterschiede in den Gewichten der korrespondierenden Luftsäulen, eine kleinere sein.

§ 43. **Konstanter natürlicher Wetterzug.** — Sind die Unterschiede im letzteren Falle gering, die Teufen der Schächte aber groß, so findet ein Umsetzen des Wetterstromes in den verschiedenen Jahreszeiten nicht statt. Man hat es deshalb unter solchen Umständen in der Hand, einen neuen Schacht

zum Ein- oder Ausziehen zu bringen, je nachdem man denselben im Sommer oder im Winter mit vorhandenen Schächten oder Stollen zum Durchschlage bringt. Auch bei einem Schachte ohne Verbindung mit anderen Schächten oder mit einem Stollen findet ein, wenn auch schwacher Wetterwechsel statt, indem die Wetter an den feuchten und deshalb kälteren Stößen einfallen und in der Mitte des Schachtes ausziehen.

Kapitel VII.

Künstliche Wetterversorgung.

§ 44. **Allgemeines.** — Bei der künstlichen Wetterversorgung wird die Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes durch Erwärmung oder durch Ansaugen desselben, die Verdichtung dagegen durch Abkühlung der einziehenden Wetter oder durch Einblasen derselben erreicht.

Die Mittel zur Luftverdünnung wurden bis jetzt mit wenigen Ausnahmen bei der Wetterversorgung ganzer Gruben angewendet, während man einzelnen Betriebspunkten die Wetter meistens durch Einblasen zuführt, letzteres u. a. schon deshalb, damit die Arbeiter die frischen Wetter direkt bekommen, während die letzteren, wenn man die verbrauchten Wetter absaugt, erst auf mehr oder weniger großen Umwegen und mit schädlichen Gasen vermischt vor Ort gelangen. Bei Anwesenheit von schlagenden Wettern sprechen noch andere Gründe für eine blasende Sonderventilation, vergl. S. 704.

a. Ventilation einzelner Grubenbaue¹⁾ (Sonderventilation) bei Abwesenheit schlagender Wetter.

§ 45. **Wetterhut.** — Ein sehr einfacher Apparat zur Ventilation einzelner Grubenbaue ist der Wetterhut, d. i. ein Kasten von Holz oder Blech, welcher auf eine im Schachte eingebaute Lutte gesetzt und gewöhnlich der Windrichtung zugekehrt wird, also blasend wirkt. Man wendet den Wetterhut bei kleinen Schächten an, von denen nur wenige und kurze Strecken ausgehen, kann denselben aber auch zum Saugen einrichten, indem man den Wind durchblasen läßt (Fig. 790). Auch hat man wohl (z. B. auf den Schächten der Phosphoritbergwerke bei Ahlbach und Dehr in Nassau) durch Aufsetzen einer steifen Holz- oder

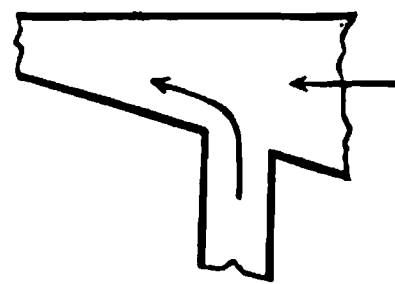


Fig. 790.
Saugender Wetterhut.

¹⁾ Foerster, Separatventilation und ihre Kosten im Jahrb. für das B.- u. H.-Wesen im Königreiche Sachsen. Freiberg 1882.

Blechfahne die Einrichtung getroffen, daß der Wetterhut sich bei Veränderung der Windrichtung von selbst dreht¹⁾).

§ 46. **Wassertrommel.** — Ein anderer alter, am Harze vielfach angewendeter zweckmäßiger Apparat ist die Wassertrommel²⁾ (Fig. 791). Dieselbe besteht aus einem oben offenen, mit Ausfluß *a* versehenen Holzkasten *e*, in welchem ein zweiter unten offener Kasten *d* (die Glocke) steht. In den letzteren mündet ein, mit zahlreichen, von oben nach unten gerichteten Löchern versehenes Holzrohr *c*. Ein in demselben abstürzender, aus dem Gerinne *a* in den Wasserkasten *b* geführter Wasserstrom saugt durch die Löcher Luft ein, zerstäubt auf dem Klotze *f* und gelangt durch die Öffnungen *i* nach dem Ausflusse *g*, welcher in solcher Höhe anzubringen ist, daß der Klotz *f* stets aus dem Wasser hervorragt. Die bei dem Zerstäuben des Wassers freiwerdende Luft sammelt sich in der Glocke und wird durch das Rohr *h* fortgeblasen.



Fig. 791. Wassertrommel.

Fig. 792. Harzer Wettersatz.

Am vorteilhaftesten wirkt die Wassertrommel bei Gefällhöhen von etwa

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 30. S. 255.

²⁾ Combes, Traité de l'expl. des mines. t. II. p. 504. — Karsten's Archiv f. B.- u. H.-Wesen. 1829. Bd. 49. S. 318. — Rittinger, Erfahrungen im berg- und hüttenm. Maschinenbau- u. Aufber.-Wesen. Jahrg. 1854. S. 27.

5 bis 6 m, dabei beträgt der Nutzeffekt jedoch nur etwa 15 %, so daß das vorhandene Gefälle allerdings vorteilhafter durch Anlage einer Kraftmaschine, in Verbindung mit einem Ventilator, ausgenutzt werden kann. Dafür haben aber die Wassertrommeln den Vorzug großer Einfachheit und geringer Anlagekosten, sie finden überall im Schachte Platz, ohne daß besondere Maschinenräume u. s. w. hergestellt zu werden brauchen, und sind deshalb für vorübergehende Zwecke, sowie bei Vorhandensein eines Gefälles im Schachte (z. B. wenn Wasser von einer höheren Sohle dem nächst unteren Pumpensatze zufallen), recht zweckmäßig zu verwenden.

Die Leistungsfähigkeit einer solchen Wassertrommel würde sich sehr leicht, allerdings auf Kosten der Einfachheit und Billigkeit, dadurch erhöhen lassen, wenn man das Fallrohr in ähnlicher Weise einrichtete, wie einen Strahlapparat, vergl. § 62.

§ 47. Der Harzer Wettersatz. — In einem feststehenden, mit Wasser gefüllten Fasse *A* (Fig. 792), durch dessen Boden eine mit dem wetternötigen Orte in Verbindung stehende, über den Wasserspiegel emporragende Röhre *B* geht, befindet sich ein mit der Öffnung nach unten gerichtetes, mit Hilfe der Pumpengestänge auf und nieder zu bewegendes Faß (Glocke). Bei blasenden Wettersätzen ist die Glocke im oberen Boden mit nach innen, die durch das untere Faß gehende Röhre mit nach außen klappenden Ventilen versehen. Beim Aufgange der Glocke öffnen sich deren Ventile, und die Luft strömt ein, beim Niedergange schließen sich diese Ventile, so daß die Luft durch die Wetterlutte bis vor Ort gelangt. Das Wasser im Fasse dient dabei als Verschuß.

Bei saugenden Wettersätzen ist die Anordnung der Ventile umgekehrt.

Die Harzer Wettersätze sind einfach und billig, sie können bei genügender Größe in Verbindung mit Wetterluten aus Zinkblech unbedenklich zum Betriebe von Strecken bis 1000 m Länge verwendet werden ¹⁾.

§ 48. Benutzung eines Wasserstrahles. — In ähnlicher Weise wird auch Wasser zur Ventilation benutzt, indem man es nach Art der Wassertrommeln, beziehungsweise der Strahlapparate, wirken läßt. Wie dies vor Ort eines Querschlages auf der Grube Rheinpreußen geschehen ist, wurde bereits im II. Abschn., § 83 beschrieben.

Auf dem Zink- und Bleierzbergwerke Mühlenbach im Bergreviere Wied ²⁾ werden die auf einer oberen Sohle sich ansammelnden Wasser durch ein 18,5 cm weites gußeisernes Rohr, welches etwa zur Hälfte ausgefüllt ist, bis in den Sumpf der tiefsten Sohle geführt, wo sie von den Schachtpumpen aufgenommen werden. Auf der tiefsten Sohle mündet in das Abfallrohr mit einer Umbiegung nach unten ein 6 cm weites horizontales Rohr und ist über 100 m weit bis vor Ort der Tiefbaustrecke geführt, wo dasselbe in eine trichterartige Erweiterung endigt. Durch das im ersten Rohre herab-

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1864. S. 107.

2) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 299.

fallende Wasser wird aus der trichterähnlichen Erweiterung des Wetterrohres die Luft angesaugt und ein sehr lebhafter Wetterwechsel in der Strecke hergestellt.

Auf Ottoschacht bei Ösede ventiliert man die unterirdische Maschinenstube, indem man aus derselben die warme Luft mit Hilfe eines saugenden Strahlapparates entfernt und hierzu Wasser aus dem Druckrohre der Wasserhaltungsmaschine entnimmt.

§ 49. Handventilatoren. Allgemeines. — Außer den vorstehend beschriebenen Apparaten sind zum Ventilieren einzelner Grubenbaue kleine, meistens blasende Handventilatoren (Wettermühlen oder Wettertrommeln) von verschiedener Konstruktion in Gebrauch.

Dieselben bestehen aus einem Gehäuse mit zentraler Saugöffnung und tangentialer Ausströmung, in welchem sich ein Rad mit ebenen oder gekrümmten Flügeln befindet. Beim Umdrehen des Flügelrades wird die zwischen den Flügeln befindliche Luft durch die Zentrifugalkraft nach der Peripherie getrieben und dadurch an der Radachse ein luftverdünnter Raum erzeugt. Bei saugenden Ventilatoren steht der letztere, bei blasenden die Peripherie des Gehäuses mit dem wetternötigen Orte in Verbindung. Die Achse des Flügelrades ist entweder horizontal oder senkrecht.

Zum Betriebe eines unterirdischen Ventilators hat man zum erstenmale auf dem Königl. Sächsischen Steinkohlenwerke zu Zaukeroda elektrische Kraftübertragung benutzt. Eine über Tage stehende Betriebsdampfmaschine treibt eine Siemens'sche elektrodynamische Rotationsmaschine (Primärmaschine), von welcher aus der erzeugte elektrische Strom mittelst Kupferdrahtes in die Grube eingeleitet und der an den Grubenventilator angekuppelten Sekundärmaschine zugeführt wird. Die Leitung ist im ganzen 780 m lang, der Kupferdraht 7,35 mm dick, der Nutzeffekt der gesamten elektrischen Transmission dabei gleich 50,4 %¹⁾. Eine ähnliche Einrichtung ist auch seit Oktober 1885 auf der ver. Mathildengrube O./S. getroffen²⁾.

§ 50. Wettertrommeln. — Die verschiedenen Wettertrommeln unterscheiden sich:

1. Durch die Gestalt der Flügel, welche bei den älteren Wettertrommeln gerade waren, jetzt aber derart konkav oder konvex gekrümmt sind, daß die von der Saugöffnung nach der Umfläche gehenden Luftteile ohne Stoß an den Flügeln abgleiten. Die dabei von der Luft eingeschlagene Richtung resultiert nämlich aus der gleichzeitigen Einwirkung der Rotationsgeschwindigkeit und der Zentrifugalkraft, welche beide nach der Peripherie hin zunehmen. Der dadurch bedingten Krümmung der Bahn, welche die Luft durchströmt, entspricht diejenige der Flügel.

2. Durch die Stellung des Flügelrades im Gehäuse, welche früher zen-

1) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. Litt. S. 64. — B. R. Foerster im Jahrbuch f. d. B.- u. H.-Wesen im Königreiche Sachsen. 1883.

2) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 264.

trisch war, jetzt aber exzentrisch ist, so daß die zwischen den Flügeln eingeschlossene Luft von der Saugöffnung an bis zum Austritte immer mehr Raum an der Peripherie des Gehäuses findet, wodurch gleichfalls die Widerstände vermindert werden.

3. Dadurch, daß bei den neueren Konstruktionen das Flügelrad außer durch das Gehäuse noch von zwei Blechscheiben eingeschlossen ist, welche sich nach der Peripherie hin nähern, so daß der von der Luft zu durchlaufende Querschnitt, entsprechend der Divergenz der Flügel, stets derselbe bleibt.

Die eine Blechscheibe hat eine zentrale Saugöffnung, die andere einen Einlaufkegel, welcher die Richtung der eintretenden Luft wiederum ohne Stoß aus einer zur Flügelachse parallelen in eine radiale überführt.

§ 51. **Rittinger'sche Wettertrommel.** — Die bekannteste und am häufigsten angewendete Wettertrommel dieser Art ist die Rittinger'sche¹⁾, u. a. in der Fabrik von Dinnendahl in Huttrop bei Steele konstruiert (Fig. 793, 794). Bei ihr sind alle oben erwähnten Regeln berücksichtigt. Die Flügel sind so gestellt, daß dieselben zwischen zwei Radien liegen, welche man durch das innere und äußere Flügelrad zieht, und daß der Winkel zwischen einer an das innere Flügelende gelegten Tangente und dem zugehörigen Radius 47° beträgt (Fig. 795).

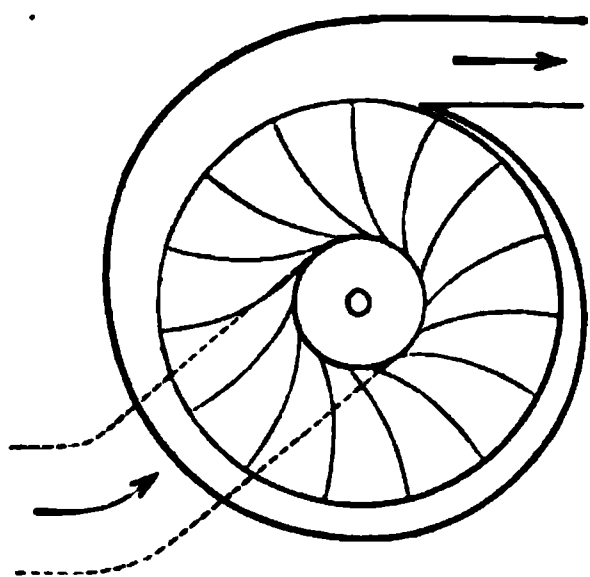


Fig. 793.
Rittinger's Wettertrommel.

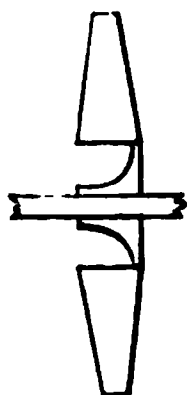


Fig. 794.

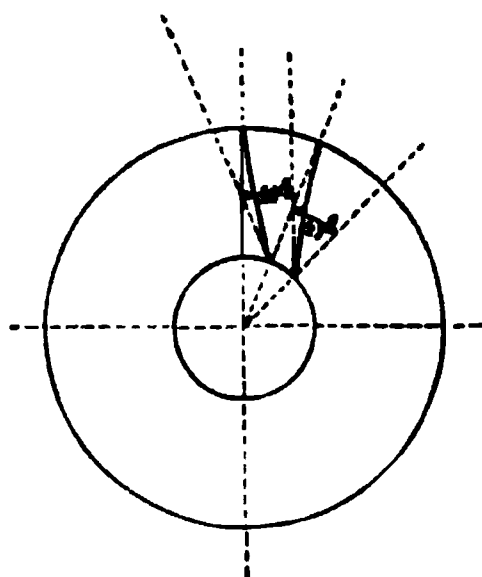


Fig. 795.
Schaufelstellung in Rittinger's Wettertrommel.

In größerem Maßstabe wird derselbe Ventilator auch für Wetterversorgung ganzer Grubengebäude ausgeführt²⁾.

Außer derartigen Wettertrommeln, welche die Luft nur von einer Seite einsaugen, giebt es auch zweiseitige. Bei ihnen sind gewissermaßen zwei einseitige Wettertrommeln derartig verbunden, daß die Grundflächen der Einlaufkegel zusammengelegt sind.

§ 52. **Doppelte Wettertrommeln.** — Von den zuletzt genannten hat man noch die doppelten Wettertrommeln zu unterscheiden. Auch bei ihnen

¹⁾ Berggeist. 1860. S. 659. — Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1860. S. 347. — Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. S. 403.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 184.

sind zwei einfache zusammengelegt, jedoch so, daß die Saugöffnung der einen und die Ausblaseöffnung der anderen Hälfte mit dem wetternötigen Betriebspunkte durch Lutten verbunden sind, so daß eine solche Wettertrommel gleichzeitig saugt und bläst.

Ein Beispiel der letzteren Art ist die Wettertrommel von Eckardt¹⁾.

§ 53. **Pelzer'scher Ventilator.** — In neuerer Zeit sind zu den Wettertrommeln einige andere Konstruktionen getreten, so u. a. der Pelzer'sche Handventilator (Fig. 796), nachdem diese Konstruktion in größerer Ausführung sich auf mehreren westfälischen Gruben bewährt hatte (vergl. § 106).

Dieser Handventilator kostet bei 450 mm Durchmesser 125 M. und, wenn er saugend und blasend wirkt, 160 M.

Vonden Zechen Bruchstraße bei Langendreer, Tremonia und Westhausen bei Dortmund sind den Pelzer'schen Handventilatoren sehr günstige Zeugnisse ausgestellt. Besonders wird

Fig. 796. Pelzer's Handventilator.

hervorgehoben, daß die saugende Wirkung beim Betriebe eines Überhauens von 100 m Höhe mit stark auftretenden schlagenden Wettern sich vorzüglich bewährt habe.

Im Mansfeld'schen, sowie im Rammelsberge bei Goslar saugten Pelzer'sche Ventilatoren von 300 mm, bezw. 450 mm Flügeldurchmesser die Wetter mit Lutten bis auf 200 m Entfernung und drückten sie 200 bis 300 m blasend fort²⁾.

§ 54. **Kapselrad-Grubenventilator.** — Die Firma R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele empfiehlt einen nach dem Systeme Root konstruierten Kapselrad-Grubenventilator, welcher sowohl saugend, als blasend konstruiert werden kann und 230 Mk. kosten soll. Das Gewicht beträgt 170 kg, der erforderliche Raum 1 m in der Länge, 0,80 m in der Breite.

Die Bewegung dieses, sowie aller Handventilatoren geschieht mittelst einer Kurbel und Übertragung durch Riemenscheiben, oder mit Schnecken und Zahnrad, was jedoch viel Reibung verursacht. Dennoch zieht man die Übertragung durch Zahnräder vor, weil dabei weniger Störungen vorkommen, als bei Riemenübertragung.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 5. S. 79.

²⁾ Ebenda. 1882. Bd. 30. S. 255.

§ 55. **Turbinenventilator.** — Um die Menschenkraft ganz zu ersparen, hat Franz zur Nedden einen Turbinenventilator (D. R. P. Nr. 41 630) in Vorschlag gebracht (Fig. 797 und 798).

Der eigentliche Ventilator *A* (mit Windmühlenflügeln) ist von einem Antriebrade *B* umgeben. Durch einen Schlitz in der inneren Peripherie ragen die Flügel mit dicht schließenden Stiften *C* hindurch, welche schaufelartige Ansätze tragen. Gegen die letzteren wirken Strahlen von Wasser, welches man von höher gelegenen Sohlen oder aus den Druckröhren der Pumpen entnehmen kann und welches am unteren Ende des Turbinenrades zum Abflusse gelangt.

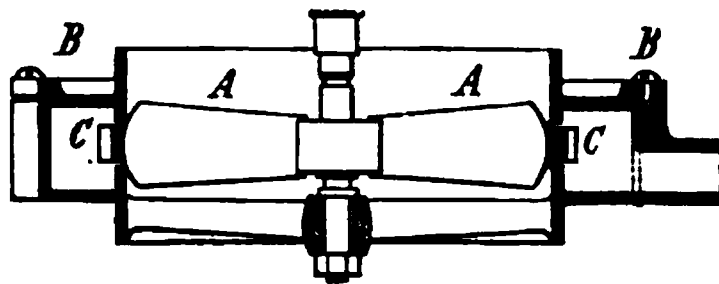
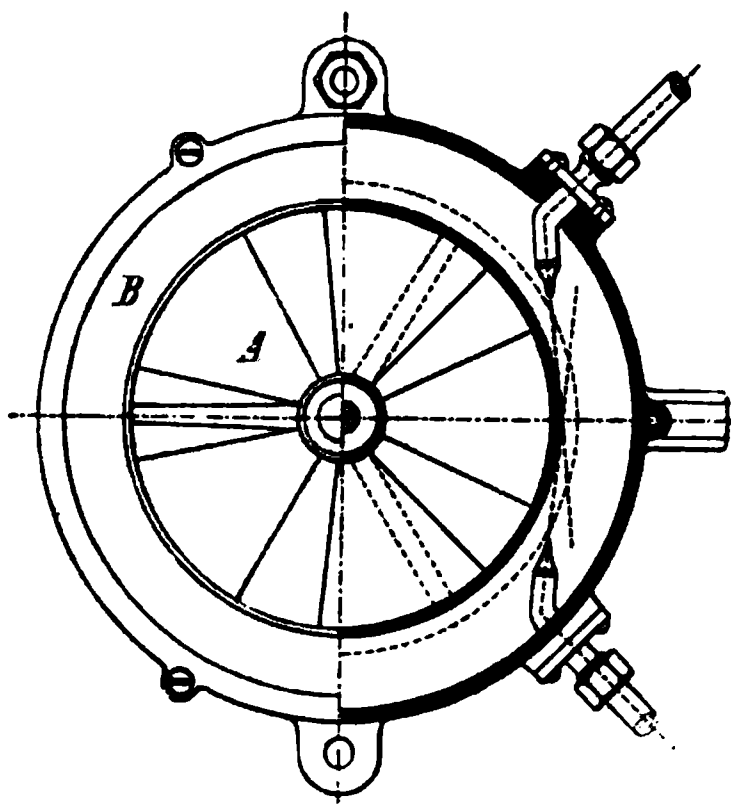


Fig. 797.

Fig. 798.
Turbinenventilator.

§ 56. **Die Universalventilatoren** von Humboldt, Aktiengesellschaft in Kalk bei Deutz, sind vielfach und mit Vorteil zur Ventilation einzelner Grubenbaue verwendet, und zwar sowohl saugend als blasend ¹⁾.

§ 57. **Ventilator von Root** (Root's blower). — In den Bauen der Bismarckschächte auf Grube König in Oberschlesien ²⁾, zum Betriebe des Schlüsselstollen in Mansfeld, sowie auf mehreren westfälischen Zechen (Mansfeld, Helene Amalie) hat man sich mit Vorteil des Gebläses von Root (Root's blower) bedient. Dasselbe besteht aus zwei Flügelrädern *AA* (Fig. 799, S. 704) ³⁾ von Lindenholz, welche sich innerhalb des halbcylinderförmigen Gehäuses *d* bewegen, indem ihre Wellen *cc* mittelst zweier Räderpaare *aa* gekuppelt sind und die Bewegung durch die Riemenscheibe *b* erhalten. Sowohl die Flügel *A*, wie die innere Wandung des Gehäuses, sind mit einer dünnen Schicht einer konsistenten Schmiere (Unschlitt mit etwas Wachs) überzogen, wodurch man bei geringer Reibung einen guten Anschluß erreicht, selbst bei nicht vollkommen genauer Flügel- und Gehäuseform.

Die Breite der Flügelräder beträgt 2 m, ihr Durchmesser 0,9 m, sie werden mit großer Geschwindigkeit, 200 bis 250 mal in der Minute, umgedreht und liefern einen konstanten Luftstrom von beträchtlicher Pressung.

1) Glückauf. Essen 1869. Nr. 33.

2) Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 167.

3) Rittinger, Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinenbau- u. Aufbereitungswesen.

Auf Königsgrube hat man im Jahre 1875 mit einem Root's blower drei Strecken von je 120 m getrieben, ohne daß Reparaturen an dem Ventilator erforderlich gewesen wären. Die runden blechernen Lutten hatten eine Weite von 13 cm.

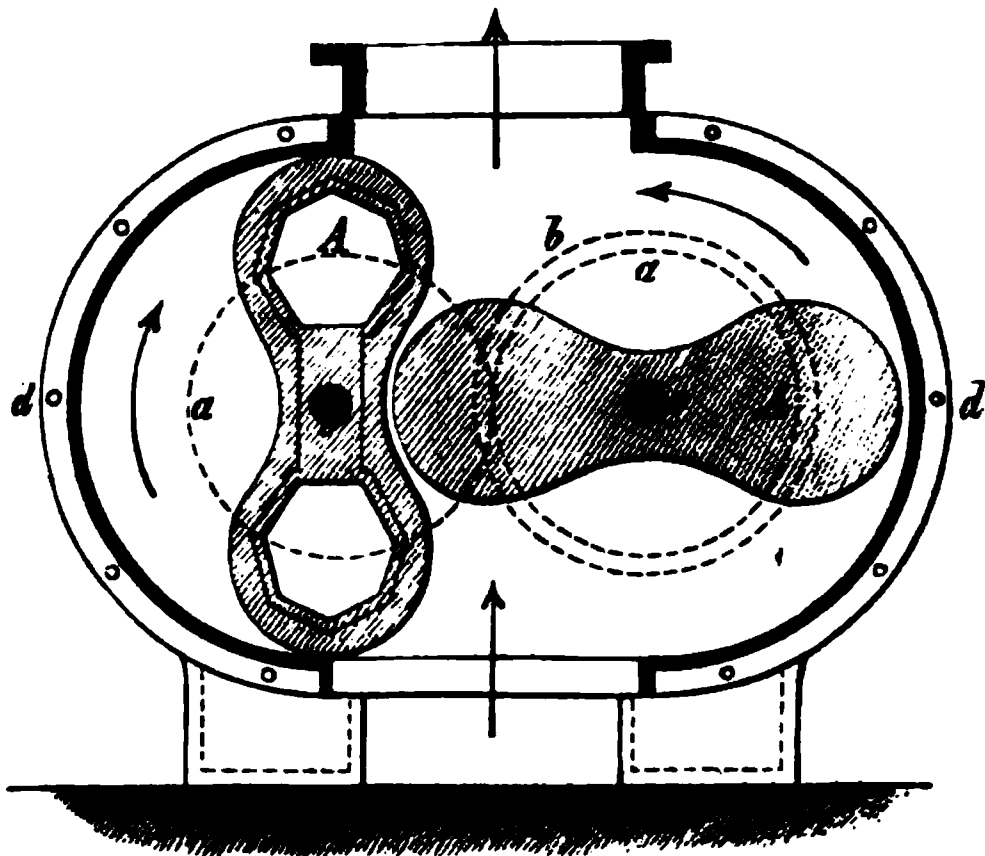


Fig. 799. Root's blower.

In Mansfeld lieferte ein mit einer Turbine getriebener Root's blower in der Minute 31 cbm Luft für ein 1800 m vom Schachte entfernt stehendes Ort. Der Luttenstrang bestand aus Asphaltröhren von 26 cm Weite.

b. Ventilation einzelner Grubenbaue (Sonderventilation) bei Anwesenheit von Schlagwettern.

§ 58. **Allgemeines.** — Während es sich bei der eben betrachteten Sonderventilation nur darum handelte, vereinzelt, außerhalb des durchgehenden Wetterstromes oder eines Teiles desselben belegenen Betriebspunkten (Schachtabteufen, Querschlag, Feldort, Stollenort u. s. w.) frische Wetter zuzuführen, um den für das Atmen der Menschen und Brennen der Lichter nötigen Sauerstoff zuzuführen, kommen außer dieser bei der Sonderventilation in Schlagwettergruben ganz andere Rücksichten in Betracht. Zunächst ist daran zu erinnern, daß die Entwicklung von Grubengas aus den Kohlenflötzen besonders stark in den Vorrichtungsstrecken, also u. a. beim Betriebe der Abbaustrecken, Bremsberge u. s. w., mithin beim Vorrichten des Pfeilerabbaues ist. Beim Strebbau wird das Flötz nur am Strebstoße und den wenigen Sohlenstrecken entgasen, da aber diese Räume leicht mit einem kräftigen Teilstrom frischer Wetter gereinigt werden können, so erfordert vor allen Dingen der Pfeilerabbau während des Streckenbetriebes eine besonders sorgfältige Sonderventilation.

Dieselbe ist um so wichtiger und muß um so zweckmäßiger und billiger eingerichtet werden, je größer die Anzahl der zu ventilierenden Strecken ist.

§ 59. **Ältere Ventilation der Abbaustrecken.** — Die einfachste, aber auch unvollkommenste Ventilation der Abbaustrecken beim streichenden Pfeilerabbau — vergl. S. 274 — besteht in dem Herstellen von Aufhauen oder Durchhieben bzw. Wetterbohrlöchern. Der Wetterstrom geht von der Grundstrecke nach einander durch sämtliche Aufhauen und schließlich in die Wetterstrecke. Da die Örter selbst hierbei nur durch die Diffusion der Gase, also sehr mangelhaft, mit Wetter versorgt werden, so vervollkommnete man diese Methode zunächst in der Weise, daß man von jedem Durchhiebe an Wetterscheider, bzw. Wettergardinen, vergl. §§ 116, 120, bis dicht vor Ort führt und so die Wetter zwingt, dasselbe unmittelbar zu bestreichen, bevor sie durch den nächsten Durchhieb zur nächst höheren Strecke geführt werden.

Diese Methode hat mehrere Nachteile. Der erste, welcher darin besteht, daß der Wetterteilstrom vielfache Krümmungen zu durchlaufen hat, wodurch die Leistungsfähigkeit des saugenden Ventilators beeinträchtigt wird, hat allerdings nur für »enge Gruben« — vergl. S. 694 — mit weit verzweigten krummen Wetterwegen Wichtigkeit, weil dort jeder unnötige Kraftverlust des Ventilators vermieden werden muß.

Der andere Nachtheil gilt für alle, auch weite Gruben. Derselbe besteht darin, daß die Wetter eine größere Anzahl Örter nach einander bestreichen, so daß sich ihr Gehalt an Schlagwettern von Ort zu Ort vermehrt.

§ 60. **Sonderventilation mit Lutten auf Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg.** — Auf der vorgenannten Grube wird gleichfalls der über Tage stehende Guibal-Ventilator mit zur Sonderventilation benutzt. In der schematischen Fig. 800 ist *W* der Wetterschacht, *A* der ausziehende Wetter-

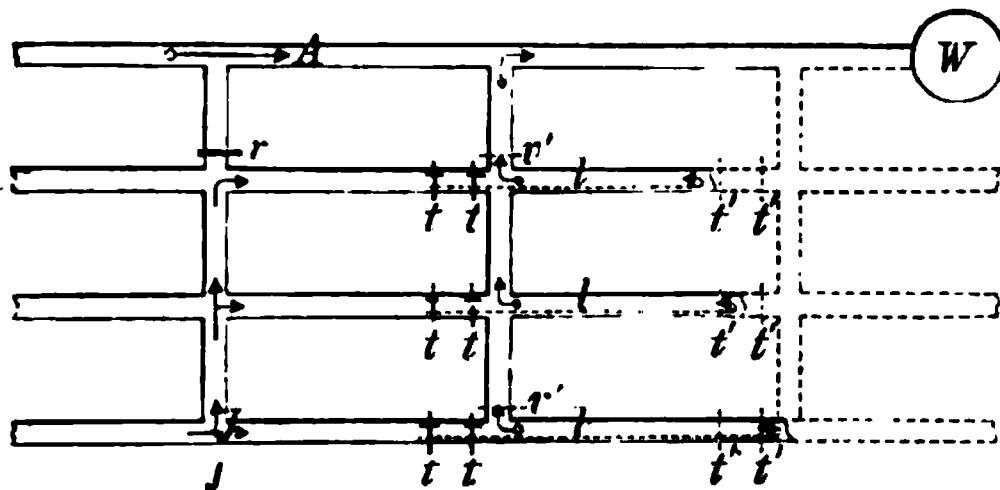


Fig. 800. Sonderventilation mit Lutten.

strom, *J* ein Teilstrom in der Grundstrecke, *v* ein dichter Verschlag, *t* sind doppelte Wetterthüren. In den Lutten *l* gelangen die angesaugten Wetterströme bis vor Ort und sodann durch das, demselben zunächst befindliche Aufhauen einzeln zur Wetterstrecke, ohne ein anderes Ort zu berühren. Die Luttenstränge, welche aus Zinkblechröhren, oder, wenn wegen starker Schlagwetterentwicklung viel Wetter nötig sind, aus Holzlutten bestehen,

haben eine größte Länge von z. B. 50 m. Sobald die Abbaustrecken weiter vorgerückt und in 50 m Abstand vom letzten neue Wetteraufhauen mit der Wetterstrecke in Verbindung gebracht sind, rücken die Wetterthüren t nach t' vor, die Lutten l werden ebenfalls verlegt und allmählich mit dem Vorrücken des Ortes wiederum bis auf 50 m verlängert. Selbstverständlich muß das letzte Aufhauen bei v' verschlossen werden. Die Wetterthüren t sind außerdem noch an einer Stelle durchbohrt, um auch den Zwischenraum zu ventilieren.

Durch die beschriebene Anordnung ist vor allem der Vorteil erreicht, daß jedes Ort seine besondere Ventilation hat, ohne daß die Luttenstränge eine zu große Länge erhalten, was nicht allein wegen der Anschaffung, sondern auch wegen der Erhaltung derselben und wegen der geringeren Wetterverluste nöthig ist.

§ 61. Anwendung von Druckluft. — Das eben beschriebene Verfahren hat neben seinen Vorzügen die Nachteile, daß es nur für weite Gruben mit geraden Wetterwegen anwendbar ist und keine innige Mengung der vor Ort sich entwickelnden Grubengase mit den frischen Wettern ermöglicht. Das letztere ist aber insofern wichtig, als es feststeht, daß bei inniger Mengung das Grubengas sich trotz seines geringen spezifischen Gewichtes sehr schwer von der atmosphärischen Luft trennt, auch dann nicht, wenn die Wetter, was bisweilen nicht zu vermeiden ist, abwechselnd auf und ab geführt werden.

Um nun jene Mengung zu erreichen, wendet man Druckluft an, welche aus Gasröhren vor Ort mit großer Geschwindigkeit ausbläst und dabei Wirbel erzeugt. Damit sind noch die Vorteile verbunden, daß eine wohlthätige Abkühlung der Grubenwetter erzielt wird, daß man Gasröhren leicht dicht halten kann und daß dieselben keinen Zerstörungen ausgesetzt sind.

Dagegen hat eine solche direkte blasende Verwendung von Druckluft auch wesentliche Nachteile ¹⁾. Abgesehen davon, daß die auf Pressung der Luft verwendete Arbeit fast ganz ohne Nutzleistung verloren geht und daß 1 cbm von 0 Atm. Überdruck zwischen 0,17 bis 0,35 \mathcal{F} kostet ²⁾, ist die Menge der auf diese Weise vor Ort geführten Luft eine sehr geringe und beträgt nach den von v. Steind el angestellten Versuchen selbst bei 5 mm Düsenöffnung und 3 Atm. Pressung nur 1,224 cbm in der Minute. Sollten also alle nicht im Hauptwetterstrom liegenden Arbeitspunkte einer größeren Grube auf diese Weise ventiliert werden, so müßte die Leistung der Luftkompressoren eine sehr große sein. Ein anderer Nachteil ist der, daß in dem lauten Geräusch, mit welchem der Austritt der Druckluft aus den Röhren verbunden ist, alle jene, dem Ohre des Bergmanns so verständlichen Anzeichen drohenden Kohlen- oder Steinfalles verloren gehen.

¹⁾ von Steind el im Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen. 1884. S. 80. — Zeitschr. des Ver. deutscher Ingen. Bd. 28.

²⁾ B. Otto, Schlagwetter und kein Ende der Forschung. Berlin 1886. S. 51.

§ 62. Anwendung von Strahlapparaten. — Die Ausnutzung der Druckluft ist eine weit bessere, wenn man sie nicht vor Ort unmittelbar aus den Leitungsröhren treten, sondern zuvor durch einen im Hauptwetterstrom eingeschalteten Strahlapparat, etwa dem für diese Zwecke vorwiegend verwendeten Körting'schen, Fig. 801, strömen läßt, und sie von da aus in Lutten bis vor das zu ventilierende Ort führt. Dabei wird noch ein großer Teil der vom Apparate außer der Druckluft aus dem Hauptwetterstrom angesaugten Luft dem Orte zugeführt. Nach den von v. Steindel ausgeführten Versuchen, bei denen die Länge der 0,450 m weiten Zinklutten 40 m betrug, wurde die Druckluft bei 1 Atmosphäre Überdruck um das 19,34 fache, bei 2 Atmosphären um das 18,57 fache und bei 3 Atmosphären um das 17,58 fache vermehrt; die Geschwindigkeit der ausgeblasenen Luft betrug bezw. 128, 172,5 und 217 m in der Minute. Ferner ergab sich, daß bei 2 Atmosphären Überdruck der Strahlapparat 34,78 % und bei 3 Atmosphären 69,55 % mehr Luft liefert, als bei nur 1 Atmosphäre Überdruck¹⁾. In Mariehaye ergab sich eine 7½ fache, in Mons bei Anwendung von 2 Lutten von 0,35 m Weite, sowie 95 und 435 m Länge eine 14- bzw. 13 fache Vermehrung der aufgewendeten Druckluft, alles auf den gewöhnlichen Luftdruck reduziert²⁾.

Nach Harzé³⁾ beträgt der Kohlenverbrauch bei Anwendung der Körting'schen Strahlgebläse 3,2 bis 3,6 mal so viel, als bei einem Guibal'schen Ventilator, gleiche Erzeugung von Luftmengen vorausgesetzt. Ferner stellte sich in den Gruben Gosson und Sars-Berleur die relative Leistung des Körting'schen Strahlgebläses auf nur 8,3 bis 10,9 %, diejenige eines Guibal zu 30 bis 36 % angenommen. Trotzdem ist das Körting'sche Strahlgebläse wegen seiner Einfachheit und großen Bequemlichkeit beim Gebrauche in Belgien seit 1871 sehr beliebt.

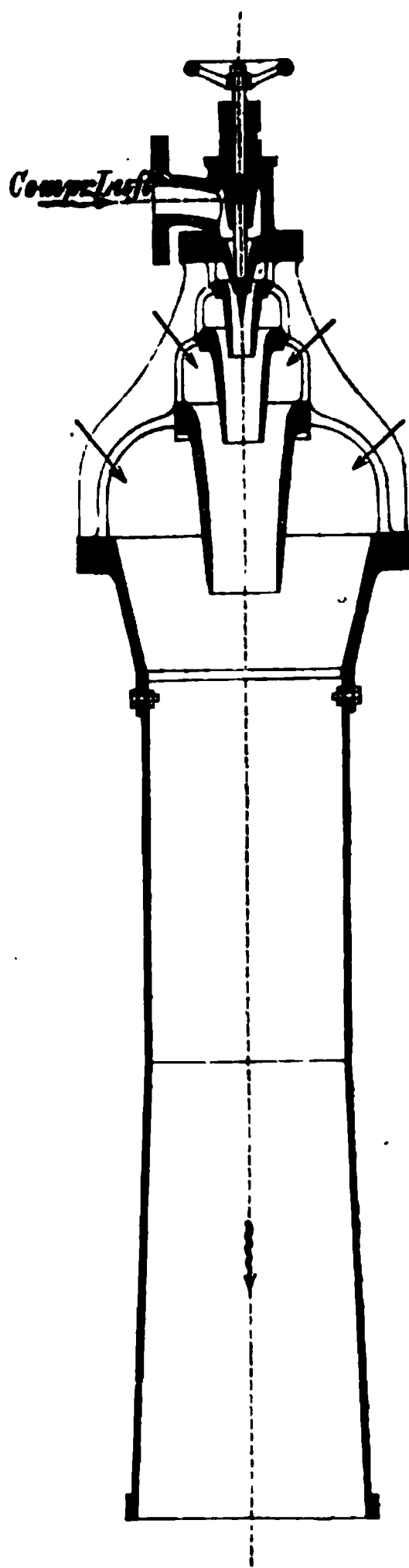


Fig. 801.
Körting'scher Strahlapparat.

¹⁾ v. Steindel, Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Kgr. Sachsen. 1884. S. 81.

²⁾ Harzé, des mesures à prendre etc. S. 106, 107.

³⁾ Ebenda. S. 95.

Die Körting'schen Strahlapparate haben ferner Anwendung gefunden auf den Zechen Friedrich der Große bei Herne ¹⁾, Westfalia bei Dortmund ²⁾, Maria bei Höngen ³⁾ u. s. w.

§ 63. **Sonderventilation von v. Steindel** ⁴⁾. — Bei den mehrfach erwähnten, von v. Steindel auf den Gruben des Zwickau-Oberhohndorfer Vereins durchgeführten Versuchen wurde der Strahlapparat entfernt und an seiner Stelle ein von der Windleitung abgezwieigtes 17 mm weites Gasrohr in die offene Zinklute bis auf $\frac{1}{2}$ m Länge eingeführt. Das Gasrohr war am Ende mit Schraubengängen zum Anschrauben eines konischen Mundstückes aus Messing mit einer Öffnung von 1,5 mm Durchmesser versehen. Dabei ergab sich, daß im Vergleich zur Leistung mit dem Körting'schen Strahlapparate, vergl. § 62, die Leistung des direkt in die offenen Lutten geblasenen Windstrahles bei gleicher Weite und Länge der Zinkröhren und 1 Atmosphäre Überdruck nur 64,74 %, bei 2 Atmosphären nur 71,02 % und bei 3 Atmosphären wieder nur 64,74 % höher war. In gleicher Weise war die Geschwindigkeit der aus den Lutten ausgeblasenen Luft gestiegen; dieselbe betrug bei 1 Atmosphäre 207 m, bei 2 Atmosphären 295 m und bei 3 Atmosphären 354 m in der Minute.

§ 64. **Verluste in den Rohrleitungen und Teilung der Wetter.** — Bei den weiteren Versuchen, zu denen übrigens nur noch Luft von 3 Atmosphären Spannung verwendet wurde, schraubte man Mundstücke bis zu 5 mm Weite an und wählte außer den erstgenannten Lutten von 0,150 m auch solche von 0,240 und 0,340 m Weite, sowie 80 m (Fallort), 120 m (Bremsberg) und 200 m (Querschlag) Länge, um einerseits die Verluste in langen Rohrleitungen, andererseits die Möglichkeit mehrerer Verzweigungen bei dieser Art von Sonderventilation kennen zu lernen.

Es ergab sich dabei, daß in Lutten von 0,240 m Weite und 200 m Länge bei 3 mm Durchmesser der Düsenöffnung 0,558 cbm Druckluft eingeblasen und dabei 8,045 cbm Luft angesaugt wurde. Es traten also 8,573 cbm in der Minute ein, während die vor Ort austretende Menge 5,6 cbm, also 65,32 % vom ersteren betrug, wobei zu bemerken ist, daß die Zinkröhren nicht mit Flantschen verbunden, sondern einfach zusammengesteckt und mit Hanf gedichtet waren.

In Holzlutten von 285 × 420 mm Weite und 200 m Länge gelangten nur 44,28 % der eingetretenen Wetter zum wirksamen Austritt. Immerhin ist dieser Verlust nicht so schwerwiegend, daß man nicht in besonders druckhaften Stellen Holzlutten anstatt der Zinkröhren anwenden könnte ⁵⁾.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 34. S. 209.

²⁾ Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 299.

³⁾ Ebenda. 1882. Bd. 30. S. 89. — Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1884.

⁴⁾ a. a. O. S. 81.

⁵⁾ Vergl. auch Harzé, a. a. O. S. 77.

Auch die Verteilung der Wetter durch Abzweigung des Luttenstranges erwies sich für drei Örter als sehr gut durchführbar. Je nach Bedarf konnte man durch einfaches Auswechseln der Mundstücke von 1,5 bis 5 mm Lochweite den Örtern Wettermengen von 2,9 cbm mit 52 m Geschwindigkeit bis 9 cbm mit 162 m minutlicher Geschwindigkeit zuführen. Ließ man die Mundstücke ganz fort, so wurde ein 17 mm starker Windstrom in die Lutten geblasen und damit den drei Örtern in der Minute 20,552 cbm, 22,008 cbm und 18,872 cbm mit Geschwindigkeiten von bezw. 367 m, 393 m und 337 m in der Minute zugeführt.

Die Leistung dieser Art der Sonderventilation wird eine um so bessere, je größer der Querschnitt der Lutten im Verhältnis zu demjenigen der Druckluftleitung ist ¹⁾.

§ 65. Kosten der Sonderventilation. — Nach einer von B. Otto ²⁾ angestellten Berechnung kosten 10000 cbm Druckluft, auf 0 Atmosphäre Überdruck reduziert, an Anlagekosten und Amortisation nebst Betriebskosten insgesamt 17428 Mk., die Ventilation mit Lutten nach v. Steindell bei Annahme einer fünffachen Vermehrung des Luftquantums 4732 Mk., also 12697 Mk. weniger, als im ersten Falle, so daß man, wenn der Kostenpunkt allein maßgebend wäre, über die Wahl zwischen beiden Systemen nicht zweifelhaft sein könnte, wenn nicht die Sicherheit des Betriebes berücksichtigt werden müßte. Diese ist aber, wenn lediglich Druckluft in Gasrohren bis vor Ort geblasen wird, größer, als beim Einblasen in Strahlapparaten oder Lutten.

§ 66. Vereinigung des v. Steindell'schen Systems mit der direkten Verwendung von Druckluft. — Unstreitig ist es sehr schwierig, ein ausgedehntes Netz von Luttensträngen in einer größeren Grube stets in gutem Zustande zu erhalten. Auch wachsen mit zunehmender Länge der Lutten die Verluste. Besonders aber bewirken die Gefahren, welche bei nicht zeitig genug bemerkter Beschädigung der Lutten durch Anhäufung der Schlagwetter entstehen können, daß vielfach das einfachere und weniger Störungen ausgesetzte direkte Ausblasen der Druckluft vorgezogen wird.

In vielen Fällen wird es jedoch möglich sein, die Vorteile beider Systeme zu vereinigen und damit ihre Nachteile größtenteils zu beseitigen, wenn man ganz in derselben Weise, wie es im § 60 beschrieben wurde, die Leitung der Druckluft mit dem Vorrücken der Strecken verlängert, die Durchgangsströme durch Aufhauen, Querschläge u. s. w. in möglichster Nähe der Arbeitspunkte vorbeiführt und die Lutten mit den Wetterthüren, in denen sie beginnen, von Zeit zu Zeit vorrückt.

§ 67. Strahlapparate mit gepresstem Wasser. — Nach § 65 ist die Sonderventilation weder mit komprimierter Luft allein, noch auch mit Strahlapparaten und Lutten eine billige und verlangt von den Gruben bedeutende

¹⁾ Dr. Meier in Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1887. Nr. 9.

²⁾ Schlagwetter und kein Ende der Forschung. Berlin 1886. S. 35.

finanzielle Opfer. B. Otto ¹⁾ schlägt deshalb vor, in geeigneten Fällen anstatt der Druckluft Wasser von hoher Spannung zu verwenden, wie es für einzelne Strecken auf Zeche Rheinpreußen bei Ruhrort, sowie für einen unterirdischen Maschinenraum auf Ottoschacht bei Ösede, vergl. § 48, schon früher geschehen, und auch seit 1883 auf den v. Arnim'schen Kohlenwerken zu Planitz bei Zwickau, sowie mit Körting'schen »Wasserstaubventilatoren« in Waldenburg (s. u.) eingeführt ist.

Die von B. Otto in dieser Richtung angestellten Versuche ergaben recht günstige Resultate. Bei nur 1,8 Atmosphäre Überdruck des Wassers wurden u. a. in einem 66 m langen Querschlage in 225 mm weiten Lutten und bei 3 mm Düsenöffnung 9,45 cbm Luft mit 218 m Geschwindigkeit zugeführt, während für gewöhnlich nur 7,37 cbm Luft mit 170 m Geschwindigkeit zuströmten. Bei 102 m langer Leitung gelangten unter denselben Voraussetzungen 7,82 cbm mit 180,5 m Geschwindigkeit gegenüber 5,64 cbm mit 130 m Geschwindigkeit ohne Wassereinspritzung zum wirksamen Austritt.

Das Verfahren ist einfach und billig und wird sogar in solchen Fällen in Betracht zu ziehen sein, wo das verbrauchte Wasser der Wasserhaltungsmaschine zur Last fällt, vorausgesetzt, daß die Zahl der zu ventilierenden Betriebe, bezw. die erforderliche Wassermasse und die Schachttiefe keine erhebliche ist.

Auf der Grube kons. Melchior bei Waldenburg ist bei etwa 220 m Teufe ein Körting'scher Wasserstrahlapparat aufgestellt, welchem das Wasser vom Tage herein durch ein 75 mm weites Rohr zugeführt wird. An das Ausblaserohr des Apparates sind hölzerne Lutten von 0,5 m Weite angeschlossen, welche erst 80 m im Schachte seiger, dann etwa 600 m streichend und darauf 300 m schwebend geführt sind. Die Lutten sind in den Fugen durch

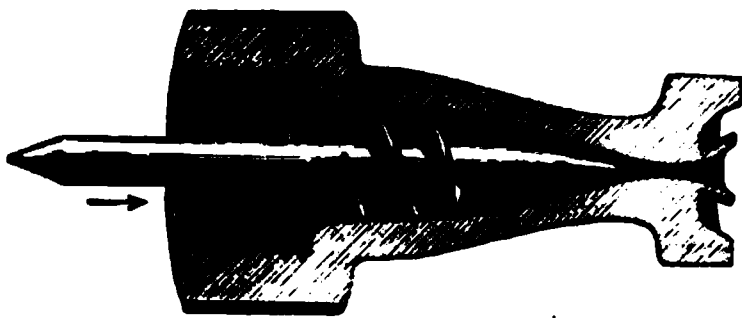


Fig. 802. Treibdüse zum Körting'schen Wasserstrahl-Apparat.

geteertes Papier und übergenagelte Leisten gedichtet. Bei einem Wasserverbrauche von 6,75 cbm in 1 Stunde wurden in 1 Minute 46,88 cbm Luft angesaugt und am Ende der Lutten 30,4 cbm ausgeblasen. Das Heben von 6,75 cbm in der Stunde auf 220 m Höhe stellt eine Nutzleistung von 5,5 Pferdekraften dar, womit rund 30 cbm Wetter in der

Minute auf 900 bis 1000 m Entfernung geliefert werden²⁾.

Um das Zerstäuben des Wassers herbeizuführen, und die Oberfläche, welche zum Ansaugen der Luft dient, entgegen einem gebundenen Wasserstrahle, zu vergrößern, hat Körting in der Treibdüse eine Spirale, s. Fig. 802, eingesetzt, wodurch das Wasser eine drehende Bewegung erhält und in Gestalt eines Kegelmantels aus der Düse tritt.

1) a. a. O. S. 60.

2) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 263.

c. Ventilation ganzer Grubengebäude.

§ 68. **Allgemeines.** — Während bisher die Ventilation ganzer Grubengebäude ausschließlich durch Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes, also saugend bewirkt wurde, ist von B. Otto in neuerer Zeit die blasende Ventilation für Schlagwettergruben in Vorschlag gebracht¹⁾, nachdem dieselbe vom Bergdirektor Richter im Alexanderschachte zu Planitz bei Zwickau²⁾ thatsächlich eingerichtet war. Von den Gründen³⁾, welche bisher die ausschließliche Verwendung der saugenden Ventilation veranlaßten, sind allerdings einige nicht mehr so stichhaltig, wie früher. Der gegen die blasende Ventilation (Pulsionsmethode) in erster Linie gemachte Einwand, daß man bei Anwendung derselben die Hängebank des einfallenden Schachtes mit einem wetterdichten Abschluß (Briart'scher Verschuß, Luftschleuse u. s. w.) versehen müsse, um während der Förderung und Fahrung keine Wetterverluste zu haben, ist in Planitz dadurch beseitigt, daß man den Ventilator auf der tiefsten Sohle des einfallenden Schachtes aufgestellt hat, so daß er die Wetter in dem, an der Hängebank offenen Förderschachte hereinzieht und durch einen besonderen Kanal in die Grubenbaue bläst.

Sodann wird von den Anhängern der blasenden Ventilation hervorgehoben, daß dieselbe vermöge der ihr eigenen verdichtenden Wirkung des Wetterstromes den Austritt derjenigen Gase, welche unter niedriger Spannung stehen, besonders der im alten Manne angesammelten, zu erschweren vermöge, während bei saugender Ventilation dieser Gasaustritt befördert wird und zwar um so mehr, je schneller man den Ventilator, etwa beim Sinken des Barometers, gehen läßt. Diese Ansicht findet ihre Bestätigung in den Karwiner Versuchen (vergl. S. 675), welche in überzeugender Weise dargethan haben, daß bei künstlicher schneller Verdünnung der Grubenluft eine wesentliche Vermehrung des Gasaustrittes — und zwar in diesem speziellen Falle aus den Poren der Kohle — stattfindet, vergl. S. 673.

B. Otto⁴⁾ ist sogar der Ansicht, daß durch die Verstärkung der saugenden Ventilation und die damit hervorgerufene erhöhte Depression bei gleichzeitigem niedrigen Luftdrucke die Bildung explosibeler Gemische begünstigt werde, weil unter jenen Umständen die Gasausströmung besonders aus dem alten Manne sehr stark sein müsse.

Die blasende Ventilation wird besonders dann in nähere Erwägung gezogen werden müssen, wenn man keine ausschließlich der Ventilation dienenden Schächte hat und, was bei zunehmender Tiefe des Kohlenbergbaues immer häufiger der Fall sein wird, auch die Wetterschächte zur För-

1) B. Otto, Schlagwetter und kein Ende der Forschung. Berlin 1886.

2) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 159.

3) Österr. Zeitschr. 1885. S. 217, 276, 314.

4) a. a. O. S. 25.

derung benutzt, denn in diesem Falle müssen die letzteren auch bei saugender Ventilation mit besonderen Verschlüssen an der Hängebank versehen werden, vergl. S. 402.

Diese Rücksicht ist schon die Veranlassung gewesen, daß man mehrfach, u. a. auf den Zechen Rheinpreußen bei Homberg am Rhein, (siehe § 92) und Shamrock bei Herne¹⁾ (s. § 85) unterirdische saugende Ventilatoren auf den Wetterstrecken und in der Nähe der ausziehenden Schächte aufgestellt hat.

Auf Zeche Shamrock hat man mit einem Geissler'schen Ventilator, siehe § 85, sehr günstige Resultate erzielt. Bei der Maximalumgangszahl von 70 betrug die Depression $h = 70,5$ mm, die Luftmenge in der Sekunde $Q = 63,96$ cbm und das Temperament der Grube, ausgedrückt durch das Verhältnis $\frac{Q}{\sqrt{h}} = 7,6$, vergl. § 4, während es auf den meisten Zechen des Oberbergamtsbezirkes Dortmund nur 2,5 beträgt. Ferner ist das fast gänzliche Verschwinden des sonst allgemein beobachteten Wetterverlustes von 34,35% bei annähernd gleichem Drucke in der ein- und ausziehenden Luftsäule wichtig.

Sollte man Bedenken tragen, einen am Einziehschachte unterirdisch aufgestellten blasenden Ventilator mit Dampf zu betreiben, etwa weil man die Zerstörung des Holzes durch die Dampfleitung und wegen der Erwärmung des einfallenden Wetterstromes fürchtet, so würde man den Ventilator in derselben Weise mit einer Wassersäulenmaschine²⁾, z. B. mittels eines über Tage aufgestellten und durch eine Dampfmaschine gespeisten Akkumulators, betreiben können, wie es auf der Zeche Prinz-Regent bei Bochum bei einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine geschehen ist — vergl. S. 642.

Ferner ist noch ein Bedenken zu erwähnen, welches man gegenüber der unterirdischen Aufstellung der Ventilatoren, der saugenden sowohl, als der blasenden, erheben kann. Dasselbe besteht darin, daß derartige Ventilatoren durch eine Explosion schlagender Wetter leichter zerstört werden können und auch schwerer zugänglich sind, als über Tage aufgestellte Ventilatoren.

In dieser Beziehung ist zunächst hervorzuheben, daß die Wirkung einer Explosion, ähnlich derjenigen der Sprenggase, strahlenförmig nach allen Seiten gerichtet ist. Je nachdem nun der Explosionsherd näher dem Einzieh- oder dem Ausziehschachte liegt und je nachdem die Wetterwege nach dem einen oder andern Schachte hin breit und gerade, oder enge und vielfach gekrümmt sind, wird sich die Gewalt der Explosion nach dem einen oder dem anderen Schachte hin und bis zu Tage aus bemerklich machen, so daß die unmittelbare Gefährdung der unter Tage befindlichen saugenden oder blasenden Ventilatoren die gleiche ist.

1) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 234. — Glückauf. Essen. 1886. Nr. 100.

2) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 264 (Wassermotor, Syst. Wyss & Studer, auf Grube Bindweide bei Steinebach).

Andererseits aber wird der Einziehschacht immer früher fahrbar werden, als der Ausziehschacht, aus welchem noch Stunden, ja Tage lang die Nachschwaden ausziehen, während man dieselben im Einziehschachte, z. B. durch Einlassen von gepressten Wasserstrahlen, schnell beseitigen kann. Eine solche Vorrichtung, oder auch das Einblasen von komprimierter Luft, würde man demnach als eine Art von Reserve für den unterirdischen blasenden Ventilator betrachten können.

Um bei einem unterirdischen Ventilator den Wärter zu ersparen, hat man auf der Grube Langenberg bei Aachen in einer elektrischen Signalleitung eine Schleife eingeschaltet, deren Draht zugleich eine mit einem Eisenkerne versehene Bobine umkreist. Letztere ist an dem Rahmen des Ventilators angebracht und zwar derart, daß ein an dem Schwungrade befestigter Stahlmagnet bei jeder Umdrehung in der Drahtspirale einen schwachen elektrischen Strom erzeugt. Es kann daher über Tage vermittelt eines Telephons jederzeit die Umdrehungsgeschwindigkeit des Ventilators beobachtet werden¹⁾.

α. Verdünnung der ausziehenden Wetter durch Erwärmung.

§ 69. **Das Kesseln.** — Die einfachste und bei kleinen Gruben oft angewendete Art der Lufterwärmung in das sogenannte »Kesseln«. In einen Wetterschacht hängt man einen eisernen Feuerkorb ein, nachdem derselbe über Tage mit Holz- oder Kohlenfeuer versehen ist, läßt ihn bis auf die Sohle niedergehen und erhält dort das Feuer.

Wo schlagende Wetter auftreten, ist die Anwendung derartiger Feuerkörbe gefährlich und daher bergpolizeilich untersagt.

§ 70. **Wetteröfen.** — In vollkommenerer Weise wird derselbe Zweck durch Wetteröfen oder Wetterroste erreicht, welche man über oder unter Tage anlegen kann.

Als Wetteröfen über Tage wirken auch die Schornsteine der Kesselhäuser, welche man wohl für die Zeit des Schachtabteufens oder für die erste Zeit des Betriebes mit einem abgeschlossenen Schachttrumme in Verbindung setzt, bis man eine endgültige Anlage, sei es einen Wetterofen, oder einen kräftigen Ventilator beschafft hat.

In dieser Weise hat man z. B. den Schornstein auf Schacht Kaiserstuhl bei Dortmund benutzt. Derselbe hatte bei 80 m Höhe an der Basis 4 m, an der Spitze 3,80 m Durchmesser und lieferte ein Wetterquantum von 11,340 cbm in einer Sekunde.

Die auf der Hängebank des ausziehenden Schachtes aufgestellten Wetteröfen über Tage sind selten in Gebrauch; sie haben eine weit geringere Leistung, weil durch sie die Luft im Wetterschachte nicht verdünnt wird, mithin der Dichtigkeitsunterschied ein weit geringerer ist, als bei den Wetteröfen unter Tage.

1) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 264.

Bei den letzteren hat man zweierlei Arten zu unterscheiden, je nachdem die ausziehenden Wetter durch den Ofen selbst gehen, also gleichzeitig als Verbrennungsluft dienen, oder, falls schlagende Wetter zu berücksichtigen sind, erst oberhalb des Wetterofens durch einen besonderen Kanal in den Wetterschacht eintreten. Im letzteren Falle wird die Verbrennungsluft dem einziehenden Strome entnommen und dem Wetterofen durch einen besonderen Kanal oder Luttenstrang zugeführt. Das Abzweigen aus dem einfallenden Wetterstrom geschieht entweder durch besondere kleine Schächte (*goyaux* im nördlichen Frankreich), oder dadurch, daß man in einer der Strecken eine Wetterthüre mit Schieber anbringt. In England benutzt man auch wohl einen Teilstrom der ausziehenden Wetter und zwar einen solchen, welcher keine mit schlagenden Wetter behafteten Abbaue durchzogen hat. Mitunter vermischt man einen solchen Teilstrom, wie in Eppleton, mit einem Teile frischer Wetter.

§ 71. Einrichtung der Wetteröfen. — Im allgemeinen ist in Bezug auf die Einrichtung der Wetteröfen folgendes zu bemerken:

Über den gußeisernen Rosten befindet sich ein Gewölbe von feuerfesten Steinen und Lehm, welches am hinteren Ende mit einer Feuerbrücke abgeschlossen ist. Dieselbe hält nicht allein das Brennmaterial zusammen, sondern giebt auch der Verbrennungsluft eine aufsteigende Richtung und schließt weiter nach unten den Aschenfall ab, so daß die Verbrennungsluft, wie bei den Dampfkesseln, durch den Rost gehen muß. Von der Feuerbrücke aus geht ein ansteigender Kanal in den Wetterschacht. Die Länge des Kanales, bzw. die Entfernung zwischen Ofen und Wetterschacht, ist gering, wenn keine schlagenden Wetter auftreten, muß aber, wenn letzteres der Fall ist, bis zu 20 bis 30 m ausgedehnt werden, damit keine Feuerfunken oder brennende Gase in den Wetterschacht gelangen, welche bei der Vereinigung mit den weiter oben eintretenden schlagenden Wetter eine Explosion herbeiführen könnten.

Eine besondere Rücksicht ist bei der Anlage der Wetteröfen darauf zu nehmen, daß keine Feuersgefahr entstehen kann, besonders wenn Flötze in der Nähe sind. Deshalb ist zunächst die Sohle des Aschenfalles mit einer Schicht Lehm und einer Rollschicht von Ziegeln zu versehen.

Außerdem darf der eigentliche Ofen nicht mit dem umgebenden Gesteine in direkte Berührung kommen, sondern muß von einem zweiten Mauerwerke aus gewöhnlichen Ziegeln umgeben sein, so daß zwischen diesem und dem Ofen eine isolierende Luftschicht von 0,6 m bleibt. Fig. 803 giebt das Bild eines solchen Ofens im Querschnitte, die eingeschriebenen Maße sind als Minimalwerte zu betrachten, falls man nicht mehrere kleinere Öfen zusammenlegt, welche entweder gemeinschaftlich oder so benutzt werden, daß der eine dem andern als Reserve dient. Die Länge des Rostes beträgt in dem vorgeführten Beispiele 2 m.

§ 72. Wetterofen auf Grube Heinitz. — In Westfalen, Saarbrücken und Belgien sind die Wetteröfen selten; man zieht allgemein Ventilatoren vor.

Als Beispiel möge ein Wetterofen auf Grube Heinitz bei Saarbrücken¹⁾ erwähnt werden (Fig. 804, 805). Derselbe wird mit frischer Luft gespeist und hat eine Rostfläche von $7,330 \times 1,210 = 8,87$ qm. Auf der einen langen Seite befinden sich sechs Thüren *t* zur Heizung des Ofens, während dieser auf der anderen Seite durch einen 0,30 m breiten Kanal *c* isoliert ist. Der

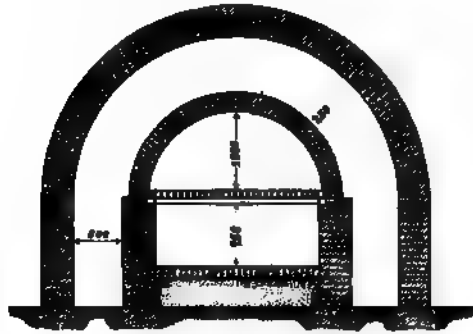


Fig. 803. Wetterofen.

Ofen steht in 200 m Tiefe, der ausziehende Wetterstrom tritt bei 400 m Tiefe in den Wetterschacht *W*, während 80 m unter diesem Punkte der Feuerkanal einmündet.

Hätte man den Wetterofen gleichfalls auf die Wettersohle (100 m) gesetzt, so müßte man ihn 20 bis 30 m vom Schachte entfernt anbringen und den Feuerkanal von dem ausziehenden Wetterstrom durch eine 0,40 m starke Scheidemauer aus Ziegeln trennen.

§ 73. Der Wetterofen von Lund-Hill in England²⁾ wird gleichfalls mit frischer Luft gespeist, welche aus dem allgemeinen Wetterzuge vor dessen Eintritt in die Baue entnommen ist. Zwei Roste von je 2,438 m Breite auf 3,657 m Länge sind durch ein Mauerwerk aus Ziegelsteinen von 1,219 m Dicke getrennt. Am Eintrittspunkte der ausziehenden Wetter — 24 m über der Sohle des Ofens — erweitert sich der Wetterschacht von 3 m auf 4,4 m; in den weiteren Teil ragt die Ausmauerung des engeren noch 2 m hinein und bildet damit eine Art Esse. Der Ofen von Lund-Hill erfordert in der Sekunde 44 cbm Verbrennungsluft oder 10% des ausziehenden Wetterquantums, welches 444,6 cbm beträgt.



Fig. 804.

Fig. 805.
Wetterofen auf Grube Heinitz.

¹⁾ Expl. et réglementation d. min. à grisou. III. Allemagne. Paris 1884. p. 197.

²⁾ Ebenda. II. Angleterre. Paris 1884. p. 200.

§ 74. **Ofen von Eppleton**¹⁾ hat einen einzigen Rost von 18,25 m Länge auf 3,34 m Breite. Derselbe liegt auf zwei Scheibenmauern, über welchen das Gewölbe aufgebaut ist. Zwei Seitengewölbe von je 1,83 m Höhe isolieren den Ofen und machen ihn an allen Teilen zugänglich.

Der Ofen wird auf der dem Wetterschachte entgegengesetzten kurzen Seite bedient; die Heizthüren sind von den Seitenkanälen aus zugänglich.

§ 75. **Vermehrung der Wettermenge durch Temperaturerhöhung.** — Nach Burat²⁾ erreicht man bei einer Erhitzung der Luft im Wetterschachte um 15—20° leicht eine Depression von 20 bis 30 mm. Eine höhere Temperatur, besonders über 45° hinaus, würde nicht zweckmäßig sein. Um z. B. von 50 auf 60° zu erwärmen, braucht man 40 % Brennmaterial mehr und würde doch nur eine Vermehrung des Wetterquantums um 10 % erzielen.

§ 76. **Erwärmung durch Wasserdampf.** — Anstatt durch Kesseln oder Wetteröfen können die Wetter auch durch Einblasen von Wasserdampf erwärmt werden. So geschah es u. a. in Seaton-Delaval, wo bei einem Durchmesser des Wetterschachtes von 2,40 m das Wetterquantum 40 cbm in einer Minute beträgt.

Der Dampf wird entweder vom Tage her eingeführt und tritt in der Tiefe frei aus³⁾, oder er wird durch unterirdische Maschinen und Kessel geliefert, was nach vielfachen Versuchen, die man in England angestellt hat, von größerem Vorteile ist⁴⁾. Allerdings ist gleichzeitig festgestellt, daß der Dampf dabei ökonomisch nicht sehr vorteilhaft verwertet wird, auch greift er Zimmerung und Eisenausbau an. Gleichwohl kann man sich dieses Ventilationsmittels für vorübergehende Zwecke, etwa als Reserve für vorhandene Ventilatoren, wie auf Mariagrube bei Höngen⁵⁾, und wenn schnelle Hilfe ohne große Anlagekosten geschafft werden soll, mit Vorteil bedienen.

§ 77. **Körting's Dampfstrahlventilatoren.** — Dasselbe gilt von den Körting'schen Dampfstrahlventilatoren⁶⁾. Der Dampf tritt von unten durch das Dampfrohr *A*, siehe Fig. 806, zunächst in eine enge Düse, aus dieser in die nächst höhere und weitere, aus der zweiten in eine dritte, und so nacheinander in sechs Düsen, von denen jede folgende weiter ist, als die vorhergehende. Aus der letzten Düse gelangt der Dampf durch ein nach oben sich erweiterndes Rohr ins Freie. Dabei saugt der Dampf durch die Zwischenräume der Düsen Luft ein und führt sie mit sich fort, ähnlich wie der Wasserstrahl in den durchlöcherten Einfallröhren einer Wassertrommel (§ 46). Der Dampfzufluß wird mit dem Handgriffe *B* geregelt.

1) Expl. et régl. des mines à grisou. II. Angleterre. Paris 1884. p. 202.

2) Burat, Cours d'expl. des mines. p. 236, 237.

3) Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 114.

4) Serlo, Bgbkde. 1884. II. S. 360.

5) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 384.

6) Zeitschr. des Ver. deutscher Ingen. Berlin 1873. Bd. 19. S. 662. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 218. S. 287. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien. 1875. S. 385.

Die sechs Düsen sind in einem, mit dem Wetterschachte verbundenen Mauerwerke eingeschlossen, so daß die Luft nur aus der Grube angesaugt werden kann. Auf dem Mauerwerke ist der Schornstein mittels einer Gußeisenplatte verlagert. Körting'sche Dampfstrahlventilatoren sind auf Zeche Prosper in Westfalen, sowie in Zwickau, Österreich, Belgien u. s. w. vielfach angewendet und haben bis 63 cbm Luft in der Minute geliefert.

β. Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes durch saugende Ventilatoren¹⁾.

§ 78. **Wettermaschinen.** — Die für die Wetterversorgung ganzer Grubengebäude gebräuchlichen Maschinen sind:

1. Zentrifugalventilatoren,
2. Wetterräder,
3. Kolbenmaschinen,
4. Glockenmaschinen,
5. Schraubenventilatoren.

Von allen Grubenventilatoren verlangt man die Beschaffung großer Mengen von Luft bei geringer Depression, also das Umgekehrte, wie von Gebläsen für Hüttenzwecke und Schmiedefeuer.

I. Zentrifugalventilatoren.

§ 79. **Allgemeines.** — Die Zentrifugalventilatoren sind Wettertrommeln von entsprechender Dimensionen, wirken also auch in derselben Art, wie diese. Sie geben zum Unterschiede von den Wasserrädern, Kolben- und Glockenmaschinen bei einer bestimmten Umdrehungszahl stets die gleiche Depression, während unter dem Einflusse der Depression je nach den Widerständen (Temperatur der Grube) ein verschiedenes Luftquantum ausströmt. Außerdem ist ihre Konstruktion einfach und ihr Betrieb sicher, Reparaturen kommen sehr wenig, Betriebsstörungen äußerst selten vor²⁾.

Fig. 806.
Körting'scher Dampfstrahl-
Ventilator.

¹⁾ Anwendung der bekannten Gesetze der Wetterbewegung auf Ventilatoruntersuchungen, insbesondere der früheren, im Auftrage der preussischen Wetterkommission ausgeführten Arbeiten, im Anschluß an Daniel Murgue, von E. Althaus in Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 174. — Über Grubenventilatoren von Daniel Murgue, mit einigen Zusätzen deutsch bearbeitet von J. Ritter v. Hauser. Leipzig 1884.

²⁾ Demanet, a. a. O. S. 417

Die ~~Zentrifugal~~ventilatoren werden deshalb gegenwärtig fast allen anderen Wettermaschinen ~~vorgezogen~~.

§ 80. **Form und Stellung der Flügel.** — Nach der Form und Stellung der Flügel unterscheidet man:

1. Rückwärts gekrümmte Flügel ~~nach~~ Art der Reaktionsräder, bei denen sich das äußere Ende der Flügel zur ~~Verringerung~~ der absoluten Ausströmungsgeschwindigkeit fast ganz in die Tangente zurück ~~hängt~~ — Ventilator von Combes und Gallez.

2. Vorwärts gekrümmte Flügel, bei denen der Wind an der konvexen Seite fortgleitet — Rittinger'scher Ventilator.

Wie schon bei den Handventilatoren erwähnt, sind die Flügel am inneren Halbmesser um etwa 47° nach rückwärts geneigt, am äußeren Halbmesser stehen sie fast radial, so daß also hier die Ausströmungsgeschwindigkeit gerade die möglichst größte ist. Sind die Flügel auch an den Enden nach vorne gekrümmt, wie bei dem Ventilator von Ser (§ 85), so läßt zwar diese Flügelform für gegebene Depression eine kleinere Umfangsgeschwindigkeit, daher eine kleinere Umlaufzahl oder einen geringeren Raddurchmesser zu, dagegen wird wegen erhöhter Spannungsänderung der Luft der Wirkungsgrad in Bezug auf geleistete Arbeit herabgesetzt und es wird von örtlichen Verhältnissen abhängen, ob man dem einen oder andern Umstande mehr Gewicht beizulegen, also an den Enden radial auslaufende, oder vorwärts gekrümmte Flügel anzuwenden hat¹⁾.

3. Gerade Flügel, welche um 45° gegen den inneren Radius nach rückwärts geneigt sind (Letoret, Guibal). Bei Guibal sind in neuerer Zeit die Flügel nicht mehr ganz gerade, sondern am Rande etwas nach vorne geneigt, wie bei Rittinger; endlich

4. Gerade Flügel mit radialer Stellung (Lambert). Danach haben die Flügel alle nur möglichen Stellungen, woraus man schließen darf, daß die Theorien, welche nach Analogie der Wasserbewegung bei Reaktionsturbinen und Zentrifugalpumpen aufgestellt sind, wenig maßgebend sein können, wenn sich aus ihnen kein allgemein gültiges Prinzip für die Stellung der Flügel bei Ventilatoren ermitteln läßt²⁾.

Die erwähnten Ventilatoren haben alle horizontale Flügelradachsen, außerdem giebt es aber auch solche mit vertikaler Achse, so der Ventilator von Brunton und Harzé. Auch der Combes'sche Ventilator ist in einzelnen Fällen mit vertikaler Achse hergestellt.

1. Rückwärts gekrümmte Flügel.

§ 81. **Ventilator von Combes**³⁾. — Der Ventilator von Combes war einer der ersten größeren, nach dem Principe der Reaktionsturbinen konstruierten Ventilatoren. Derselbe wird nicht mehr angewendet.

1) v. Hauer in Österr. Zeitschr. 1887. S. 47. — Bull. de la soc. de l'ind. min. 1886. Bd. 45. S. 84.

2) Bluhme in Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 43. S. 484.

3) Combes, Expl. des mines. Bd. 2. p. 453. — Hartmann, Bgbkde. p. 517.

§ 82. **Ventilator von Gallez**¹⁾. — Der Ventilator von Gallez war auf belgischen Gruben in Gebrauch. Er hat 12 oder 16 konvex zurückgebogene Schaufeln, einen Durchmesser von 9 m und eine Flügelbreite von 1,68 m. Der Mantel ist mehr spiralförmig, als bei Guibal, auch ist auf die allmähliche Erweiterung des Querschnittes keine Rücksicht genommen. In der Konstruktion ist der Gallez'sche Ventilator komplizierter und weniger stabil, als der Guibal'sche, dem er auch in der Leistung nachsteht.

§ 83. **Ventilator von C. W. Moritz** in Neustadt a/R. (D. R. P. Nr. 18523). — Die nach der Sekante rückwärts geneigten, geraden oder gekrümmten Auswurfflügel befinden sich in einem Gehäuse von Eisenblech mit Ausblasehals und zentraler Einsaugeöffnung. In die letztere tritt die Luft aber nicht frei ein, sondern sie wird durch Saugflügel aufgenommen. Dieselben sind ebenso schräg gestellt, wie die Flügel eines Anemometers von Biram oder Casella und demnach als Schraubenflügelräder konstruiert. Diese Saugflügel bringen die von beiden Seiten angesaugte Luft zunächst in einen scheibenförmigen Leitapparat, welcher zwischen den beiden Schraubenflügelrädern liegt und den Luftstrom ohne Wirbelbildung den Auswurfflügeln zuführt. Da die Arbeit des Ansaugens und Ausblasens geteilt ist, und die Auswurfflügel nur den, ihnen in der günstigsten Richtung zugeführten Luftstrom fortzudrücken haben, so arbeitet der Ventilator von Moritz mit verhältnismäßig hoher Nutzleistung, bzw. er kann bei bestimmter Nutzleistung langsamer gehen, als andere Ventilatoren von gleicher Größe. Auf Zeche Erin bei Castrop in Westfalen ist ein derartiger Ventilator von 3 m Durchmesser des Flügelrades von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Union in Essen a/R. ausgeführt.

2. Vorwärts gekrümmte Flügel.

§ 84. **Ventilator von Rittinger**²⁾. — Die Konstruktion des Rittinger'schen (oder Dinnendahl'schen) Ventilators ist bereits bei den Wettertrommeln erwähnt. In größerer Ausführung erhält er 4 m Durchmesser, sowie 16 je 0,42 m breite Schaufeln von Eisenblech.

Die Luft tritt von der einen Seite ein, der kreisrunde, gemauerte Einlauf von 1,9 m Durchmesser ist mit einem kurzen gußeisernen Saughalse versehen, welcher sich dicht an den äußeren Schaufelrand anschließt. Die Dichtung wird durch einen Lederring bewirkt. Das Mittelstück des Rades besteht aus Gußeisen und bildet in der Mitte einen Einlaufkegel zur Leitung der eintretenden Luft. Da die Achse nur auf einer Seite, allerdings in zwei Lagern, aufruht, so wirkt die einseitige Last des Rades (1960 kg) nachteilig auf Lager und Achse, auch stößt deshalb der Ring des Rades leicht gegen den gußeisernen Saughals, was zu häufigen Brüchen, besonders in der Übersetzung, Veranlassung giebt.

1) Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 187.

2) Ebenda. S. 184. Taf. VII. Fig. 2 u. 3.

Bei Versuchen, die auf Zeche Heinrich Gustav bei Langendreer angestellt wurden, erreichte man, wenn der Ventilator aus der Grube saugte, bei 33 mm Depression ein Wetterquantum von 527 cbm in der Minute.

Ein solcher saugender Ventilator mit einer liegenden Dampfmaschine von 20 Pferdekraften und einem Vorgelege von 1 : 12 wurde auch auf dem Thinnfeldschachte in Steiermark aufgestellt¹⁾. Derselbe hatte 2,2 m äußeren und 0,78 m inneren Durchmesser, sowie 30 Blechflügel von je 0,78 m Länge. Er lieferte in der Sekunde:

mit 192 Umdrehungen in 1 Minute 10,35 cbm,				
- 228	-	-	-	11,11 -
- 216	-	-	-	11,87 -

bei 10,4 bis 11,6 mm Depression am Wassermanometer.

§ 85. Ventilator von Geißler (Fig. 807 und 808). — Bei dem Geißler'schen Systeme des Rittinger-Ventilators auf Zeche Shamrock²⁾, siehe

Fig. 807.

Ventilator von Geißler.

Fig. 808.

S. 712, besteht das Flügelrad *B* aus einer ebenen Blechscheibe, an welche die gebogenen Flügel mit der einen Seite angenietet sind. Auf der anderen Seite sind die, nach außen hin schmaler werdenden Flügel an einer ringförmigen Blechscheibe befestigt. Ein auch hierbei angebrachter, an der vollen Blechscheibe festgenieteter Einlaufkegel bewirkt das stoßfreie Eintreten des Luftstromes und dient zur Versteifung der Blechscheibe.

¹⁾ Berggeist. 1866. Nr. 40; 1867. S. 46 ff.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 236.

Am äußeren Umfange dieser Blechscheibe, sowie am inneren Umfange der kegelförmigen Schaufelbedeckung sind eiserne Ringe angenietet, deren abgedrehte Flächen dicht in zwei entsprechenden, dem Mauergehäuse eingefügten Gußringen *r* und *s* laufen. *A* ist der Saugkanal, *C* der doppelte Lagerbock, *D* eine Rillenscheibe für eine Transmission mit vier 50 mm starken Hanfseilen, *F* der Ausblasehals. Der Ventilator hat 3,5 m Durchmesser und wird von einer Maschine mit 175 Pferdekräften betrieben. Die Rohre sowohl für den frischen, als auch für den ausgeblasenen Dampf befinden sich in einem freien Segmente des ausziehenden Schachtes und befördern durch die Erwärmung des Schachtes die Wirkung des Ventilators.

Auch der Ventilator von Ser¹⁾ hat vorwärts gekrümmte Flügel.

3. Gerade, rückwärts geneigte Flügel.

§ 86. Ventilator von Letoret²⁾. — In einem gemauerten Gehäuse befindet sich bei 2 bis 3 cm Spielraum ein Rad mit vier rechteckigen Flügeln *K* (Fig. 809), welche an schmiedeeisernen Stäben *n* (je zwei für einen Flügel) festgenietet sind. Die Stäbe sind durch Gelenke *o* mit den an der Welle befestigten eisernen Armen verbunden.

Durch Versuche wird die beste Stellung der Schaufeln ermittelt und mit Hilfe der mit Löchern versehenen Halbkreise fixiert. Später, z. B. bei dem, dem Winter'schen (§ 94) ähnlichen Ventilator von Lalle, sind die Schaufeln nicht verstellbar gemacht, zumal nach Ponson eine geringe Neigung der Schaufeln ohne wesentlichen Einfluß auf den Effekt, eine zu große Neigung derselben aber schädlich ist.

Fig 809. Ventilator von Letoret.

Der Durchmesser dieser in der Umgegend von Mons früher sehr zahlreich angewendeten Letoret'schen Ventilatoren schwankte meistens zwischen 2,5 m und 3,0 m; die Umgänge betrugen in der Minute 200—250, die Manometerdepression 50 mm, der Nutzeffekt 23 bis 26 $\frac{0}{0}$. In neuerer Zeit sind dieselben größtenteils durch Guibal'sche Ventilatoren verdrängt.

§ 87. Ventilator von Guibal³⁾. — Der unter den großen Ventilatoren jetzt am meisten angewendete von Guibal ist, wie der von Gallez, in Belgien patentiert und ein geschlossener Ventilator, indem er sich in einem gewöhnlich gemauerten, seltener blechernen Gehäuse mit Auslauf und Einlauf befindet.

1) Österr. Zeitschr. 1865. S. 800; 1887. S. 47.

2) Hartmann, Bgbkde. S. 518. — Serlo, Bgbkde. 1884. II. S. 389.

3) Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 12. S. 466. Taf. VIII. Fig. 4—3 u. 6.

Der Auslauf, Blasehals oder Diffusor ist ein kurzer, nach oben erweiterter Schornstein. Am unteren Ende kann die Größe des Auslaufes noch durch einen beweglichen Schieber reguliert werden. Die Radachse geht einerseits durch die Mauer hindurch und ist im Maschinenraume verlagert, andererseits ragt sie in den Saugraum hinein, ruht auf der Gehäusemauer und ist durch einen besonderen Eingang zugänglich, so daß der Ventilator im vollen Gange geschmiert werden kann (Fig. 810, 811).

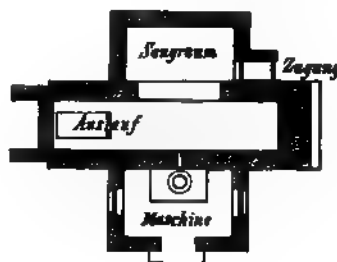


Fig. 810.

Fig. 811.

Guibal's Ventilator.

Die Flügel, deren Zahl bei den neueren Ventilatoren acht (früher vier, dann sechs) beträgt, bestehen aus Holz und sind an einem, aus Winkeleisen mit sehr solider und einfacher Dreiecksverbindung bestehenden Rade befestigt (Fig. 812). An den Enden sind die Flügel im Sinne der Drehung etwas umgebogen, übrigens sind sie eine Entwicklung der Letoret'schen Flügel.

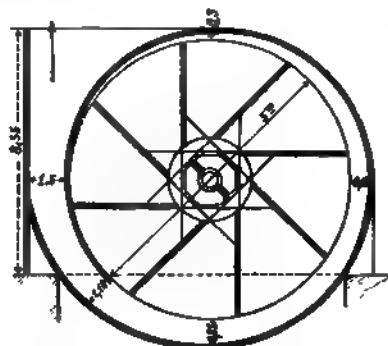


Fig. 812.

Fig. 813.

Stellung der Flügel in Guibal's Ventilator.

Exzentrische Stellung der Flügel in Guibal's Ventilator.

Der Durchmesser des Flügelrades betrug bei den ersten Ventilatoren dieser Art 4 und 5 m; gegenwärtig geht man bis 12 m, in England sogar bis

13,72 und 14,02 m, bei einer Flügelbreite von 1,70 bis 3 m. Ein Ventilator bei Mons, sowie diejenigen von Heinitz und Camphausen, haben 10 m Durchmesser und Flügel von 3 m Breite. Während auf den letztgenannten beiden Werken nur 40 cbm in der Sekunde erzielt sind, wird die Leistung des Guibal-Ventilators bei Mons auf 100 cbm in der Sekunde angegeben.

Der Ventilator auf Heinitz macht 50 Umdrehungen in der Minute und erzeugt eine Depression von 52 mm Wassersäule. Die Peripheriegeschwindigkeit der Ventilatoren von Guibal beträgt:

bei 6 m Durchmesser und 120 Umdrehungen . . .	37,70 m
- 12 - - - 55 - . . .	34,52 -

Ferner war bei der älteren Konstruktion das Flügelrad in Bezug auf das Gehäuse zentrisch, während es bei neueren exzentrisch ist, wie bei den Ventilatoren der Gruben Heinitz und Camphausen bei Saarbrücken (Fig. 813), so daß sich der Raum für die zwischen den Flügeln eingeschlossene Luft immer mehr vergrößert und in demselben Verhältnisse Dichtigkeit und Widerstand abnehmen.

Während bei älteren Konstruktionen in Westfalen, sowie in Belgien und Frankreich, die Luft meistens nur von einer Seite eintritt und die Bewegung durch eine liegende, direkt an der Flügelachse angreifende Maschine bewirkt wird, hat man bei neueren Ausführungen, wie in Heinitz und Camphausen, die Luft von zwei Seiten Zutreten lassen und das Gehäuse aus Eisenblech hergestellt, welches jedoch Eindrücke durch den äußeren Atmosphärendruck erlitten hat. Auch hat man, nach englischem Vorgange, zwei unter einem Winkel von 45° geneigt stehende Maschinen angewendet, deren eine gewöhnlich als Reserve dient; in Notfällen kann man auch beide Maschinen ankuppeln.

Auf Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken liegen zwei Ventilatoren von 7 m Durchmesser, von denen der eine die von dem anderen ausgeworfene Luft wegsaugt, nebeneinander. Man verdoppelt damit die Depression und vermehrt das Luftquantum im Verhältnis von $\sqrt{2} : 1$ oder um 41 %. Durch Öffnen und Schließen von Thüren kann aber auch jeder Guibal für sich, oder es können beide zusammen arbeiten und direkt aus der Grube saugen. Diese Einrichtung ist jedoch nur für den Fall zu rechtfertigen, wenn ein vorhandener Ventilator zu klein ist und man nicht unter gänzlicher Abwerfung desselben einen größeren anschaffen will¹⁾.

Auch mag hier erwähnt werden, daß es sich nach Versuchen auf Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken²⁾ als unzweckmäßig herausgestellt hat, zwei Ventilatoren oder Wetteröfen gemeinschaftlich arbeiten zu lassen, weil dieselben nie gleichmäßig gehen; es entstehen dadurch Gegenströmungen, Wirbel u. s. w., so daß ein Ventilator aus dem anderen und nicht aus der Grube saugt.

1) Expl. et régl. des mines à grisou. III. Allemagne. p. 204.

2) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 84 ff.

Der im Jahre 1877 auf der Zeche Westfalia bei Dortmund auf einem zum Fördern benutzten Schachte (vergl. IV. Abschn., § 119) aufgestellte Guibal-Ventilator besitzt einen Durchmesser von 5 m und $2\frac{1}{2}$ m Flügelbreite. Für denselben ist eine normale Umgangszahl von 36 in der Minute vorgeschrieben; er bewegt bei diesem Gange und 20 mm Depression durchschnittlich 1100 cbm Wetter in der Minute. Der Wetterverlust beträgt etwa $\frac{1}{5}$ des ganzen Wetterquantums und wird durch die Undichtigkeiten in der Verschalung des Schachtes nahe unter Tage und beim Aufheben der Deekel auf dem Schachte während der Förderung herbeigeführt. Der Verlust ist durch gleichzeitige Messungen im Wetterkanale, sowie im ersten und zweiten Querschlage der zweiten Tiefbausohle bestimmt.

Einen neuen Guibal-Ventilator auf dem Eduardschachte der Mansfelder Gewerkschaft hat man in ähnlicher Weise mit Einlaufkegeln versehen, wie es bei den Rittinger'schen Ventilatoren (§ 84) erwähnt wurde. Außerdem sind alle Ecken der Zuführungskanäle abgerundet. Bei den Ventilatoren ohne Einlaufkegel treffen beide Saugströme auf einander, wodurch Rückstauen und Effektverlust entstehen muß.

§ 88. Ventilator von Harzé¹⁾. — Bei diesem noch neuen Ventilator ist der Guibal'sche Diffusor durch ein ringförmiges System von Leitschaufeln ersetzt, welche die an dem ganzen Radumfang ausströmende Luft veranlassen, sich auszubreiten und folglich zu verlangsamen, bevor sie in die äußere Atmosphäre übertritt. Besonders empfehlenswert erscheint diejenige Konstruktion, bei welcher an der Peripherie des Flügelrades tangential feststehende Verschlüge als Leitschaufeln dienen.

§ 89. Ventilator von Kraft²⁾. — Die Wetter gelangen durch den genannten Wetterkanal in ein eisernes Rohr und aus diesem von unten in ein System von Leitschaufeln, aus denen sie ohne Stoß in das ringförmig darum rotierende, horizontal liegende Schaufelrad einströmen. Die Schaufeln sind gekrümmt und doppelwandig, so daß sie zwischen sich für die Luft nur gleichmäßig weite Durchgangsräume lassen, um Wirbelungen und Rückströmungen zu vermeiden. An der Peripherie des Schaufelrades endlich, auf der Umfassungsmauer des Gebäudes, ist ein ringförmiger Diffusor angebracht.

§ 90. Ventilator von Guibal-Beer. — Der von M. Ch. Beer konstruierte Ventilator nach Guibal'schem Systeme ist in Belgien mehrfach in Anwendung. Derselbe hat kleine Dimensionen, nämlich 4 m Durchmesser, 1,350 m Einlauf, 1,386 m Breite; er bekommt die Luft von beiden Seiten und hat ein blechernes Gehäuse. Eine dreicylindrige Maschine, einfach wirkend, greift direkt an der Achse an und ermöglicht eine große Geschwindigkeit, so daß der Guibal-Beer'sche Ventilator die Vorteile der Billigkeit und der leichten Herstellung vereinigt und für mittlere Leistungen sehr empfehlenswert erscheint. Diesem ähnlich ist der Ventilator von Créal³⁾.

1. Demanet, a. a. O. S. 408. Fig. 330, 331.

2. Ebenda. S. 409. Fig. 332.

3. Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. Texttafel I.

In die Klasse der kleinen Ventilatoren mit großer Geschwindigkeit gehört ferner:

§ 91. **Ventilator von Winter.** — Derselbe, von der Baroper Maschinenfabrik angefertigt, ist auf der Zeche Dorstfeld bei Dortmund in Gebrauch ¹⁾. Auf einem starken Rahmen sind mit der einen Flanke links und rechts zwei Saugkasten befestigt, welche an den entsprechenden Öffnungen des Wetterkanales dicht anschließen. Zwischen den Saugkasten befindet sich das Flügelrad von 1,6 m Durchmesser. Dasselbe besteht aus einer schmiedeeisernen Platte, auf welcher an beiden Seiten die gekrümmten Windschaufeln angenietet sind (Fig. 814). Ein Gehäuse ist nicht vorhanden, die Luft wird nach allen Seiten aus dem Flügelrade herausgeschleudert.

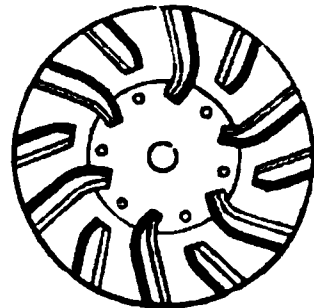


Fig. 814. Windschaufeln im Winter'schen Ventilator.

Die Bewegung vermittelt eine Maschine von 430 mm Cylinderdurchmesser und 600 mm Hub mit 60 bis 65 Umdrehungen in der Minute; sie verleiht durch Übersetzung mittelst Riemen dem Ventilator 540 bis 585 Umdrehungen, womit ein Luftquantum von 870 cbm in einer Minute bei einer Depression von 80 mm durch ein Wettertrum von 1,55 qm Querschnitt bewegt wird. Dem Winter'schen Ventilator ähnlich ist derjenige von Lalle ²⁾.

§ 92. **Der Ventilator von Schiele & Co. in Frankfurt a. M.** ³⁾ gehört ebenfalls zu den kleineren Ventilatoren. Etwa 12 Flügel von trapezoidaler Form, rückwärts geneigt und am Ende etwas umgebogen, bewegen sich in einem schneckenhausförmigen Gehäuse von Blech. Durchmesser: 1,60 bis 4,57 m, 150 bis 300 Umgänge in der Minute. Ein auf der Grube Gemeinschaft bei Morsbach aufgestellter derartiger Ventilator hat sich in Bezug auf Kosten und Leistung sehr gut bewährt. Bei 649 cbm Luft in der Minute und einer Depression von 55 mm Wassersäule stellten sich der Kohlenverbrauch in der Stunde und Pferdekraft auf 2,18 kg und die gesamten Betriebskosten auf 3,13 \mathcal{R} ⁴⁾.

Ein auf der Zeche Rheinpreußen bei Homberg a. Rhein in der 246 m tiefen Wettersohle aufgestellter Schiele-Ventilator bläst die angesaugte Luft in aufwärts gerichtetem Strome in den Schacht I. Als Betriebskraft ist vorläufig eine neben dem Ventilator aufgestellte Lokomobile benutzt. Der Ventilator, welcher 585 Mk. kostet, hat 1 m Flügeldurchmesser, 350 mm Flügelbreite, 500 mm Durchmesser der Ausblaseöffnung und kann 1500 Umdrehungen in der Minute machen. Bei 750 Umdrehungen treibt er ein Luftquantum von 280 cbm mit 1426 m Geschwindigkeit (am Ausblasehalse) direkt in den Schacht. Durch diese große Geschwindigkeit entsteht im Schachte

1) Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28. S. 255. Taf. XXII. Fig. 1—5.

2) Ebenda. 1884. Bd. 32. S. 224, 225 und Texttafel e.

3) Expl. et réglementation d. mines à grisou. II. Angleterre. p. 224. — Österr. Zeitschr. 1885. S. 786 (verbesserter Schiele-Ventilator).

4) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 208.

unterhalb des Wetterstromes eine starke Luftverdünnung, in Folge dessen noch ein bedeutendes weiteres Luftquantum aus der mit dem Schachte durch eine besondere Strecke in Verbindung stehenden Hauptwetterstrecke ebenfalls zum Ausziehen gebracht wird. Die Lokomobile wird durch einen Teilstrom frischer Wetter gespeist. Da der ausziehende Schacht (I) 3,5 qm Querschnitt hat, so beträgt die Geschwindigkeit des Wetterstromes im Schachte $\frac{750}{3,5} = 214,3$ m in der Minute.

§ 93. **Ventilator von Kley** ¹⁾. — Auf dem Steinsalzbergwerke cons. Schmidtmanushall bei Aschersleben ist ein Ventilator nach dem Systeme Kley aufgestellt, bei welchem die Luft ohne Stoß in den Ventilator und aus demselben in den Ausblasehals gelangt. Zu dem Zwecke tritt die angesaugte Luft aus dem Wetterkanal in einen gemauerten, spiralförmigen Kanal, welcher sich neben dem Flügelrade befindet, wird von diesem durch eine Öffnung in den Zwischenraum angesaugt und gelangt durch einen ebenfalls spiralförmig gewundenen Raum, welcher wie in Fig. 813 durch die exzentrische Stellung des Flügelrades im Gehäuse gebildet ist und dessen größter Querschnitt 1,04 qm beträgt, in den Schornstein von 5 qm Querschnitt.

Der Durchmesser des Ventilators ist 9 m. Die Zahl der Flügel beträgt 26, die Länge derselben 1,5 m, ihre Breite 0,79 bis 1,19 m. Die Flügel sind zum Radius um 4° geneigt. Der Querschnitt des Saugkanals beträgt 3 qm. Zum Betriebe dient eine ein cylindrische Bayonettmaschine, deren Cylinder 470 mm Durchmesser bei 850 mm Hub hat. Die größte Umdrehungszahl beläuft sich auf 62 in der Minute, die Maximaldampfspannung auf 5 Atmosphären. Von der Grubenverwaltung wird die angesaugte Luftmenge bei 62 Umdrehungen in der Minute auf 1800 cbm (im Saugkanale gemessen) angegeben, während ein gewöhnlicher Guibal-Ventilator bei gleicher Umdrehungszahl, gleichem Durchmesser und 2 m Flügelbreite nach derselben Angabe eine Leistung von 1500 cbm ergeben dürfte.

Auf der Grube Zollverein bei Essen werden ein Kley'scher Ventilator von 4 m Durchmesser und 0,5 m Breite, sowie ein Guibal von 9 m Durchmesser und 3 m Breite von gleich starken Dampfmaschinen betrieben. Bei dem Guibal-Ventilator greift die Maschine die Welle des Flügelrades unmittelbar an, während der Antrieb des Kley'schen Ventilators durch Seilübertragung, vergl. § 85, im Übersetzungsverhältnis von 1:2,93 der Rillenscheiben erfolgt.

Bei 45 Hübten der Dampfmaschine lieferte der Guibal-Ventilator 1610 cbm Luft in der Minute bei 33 mm Wassersäule, der Kley-Ventilator dagegen 1810 cbm bei 42 mm Depression, so daß bei gleichem Kraftaufwande der letztere eine um 14 % größere Leistung hat, als der erstere. Zu gunsten des Kley'schen Ventilators spricht aber noch außerdem der Umstand, daß die Hübe der Dampfmaschine ohne Nachteil für die ganze Anlage bis auf 70 in

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 302. Taf. XIII. Fig. 1—4.

der Minute gesteigert werden können, während der Guibal-Ventilator eine größere Hubzahl als 50 nicht wohl zuläßt ¹⁾.

4. Radial gestellte Flügel.

§ 94. Der Ventilator von Lambert ²⁾ ist auf mehreren belgischen Gruben (Bassin de Charleroi) in Gebrauch.

In einer Trommel aus Eisenblech *A* (Fig. 815) von 6,5 m Durchmesser und 1,4 m Breite, welche auf der einen Seite ganz geschlossen, an der anderen Seite beim Einlaufe mit einer Saugöffnung von 3 m Durchmesser und an der Peripherie mit acht schmalen Ausgangsöffnungen versehen ist (Fig. 816), befinden sich acht radiale Blechschaufeln, welche diesen Öffnungen entsprechen, so daß die an den Schaufeln entlang gleitende Luft jedesmal eine Spalte zum Austritt findet.



Fig. 815.

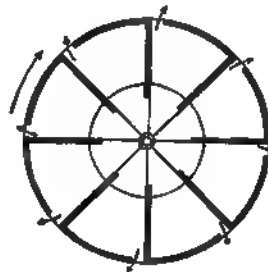


Fig. 816.

Ventilator von Lambert.

Dieser Ventilator ist zwar einfacher, als der Guibal'sche, er giebt aber unter sonst gleichen Umständen 20 % weniger Effekt. Bei 65 mm Depression, 8 m Durchmesser, 1,50 m Breite und 100 Umdrehungen soll er mit einer 50 pferdigen Maschine 1240 cbm Luft in der Minute liefern können.

§ 95. Der Ventilator von Waddle ³⁾, in England sehr gebräuchlich, ist dem vorigen ähnlich; 8 bis 10 gekrümmte Flügel sind von Blechwänden eingeschlossen, von denen eine die zentrale Zuführungsöffnung enthält. Durchmesser 12,20 bis 13,72 m, wie bei Guibal, normale Umdrehungszahl 54. — Ein kleinerer Ventilator von 7,62 m und 3,05 m Breite lieferte bei 30 Umdrehungen in einer Minute 1330 cbm Luft.

§ 96. Die Peripheriegeschwindigkeit der englischen Ventilatoren ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 265.

²⁾ Revue univ. des mines de Liège. 2. sér. t. I. p. 107. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1886. S. 393. — Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 183. Taf. VIII. Fig. 4 u. 5.

³⁾ Expl. et régl. des mines à grisou. II. Angleterre. p. 210. — Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22. S. 163. Taf. VIII. Fig. 80 a.

Guibal	14,02 m Durchm.,	46 Umdrehungen in d. Minute	33,59 m Periph.-Geschw.
-	13,72 -	47 -	33,70 -
-	13,11 -	51 -	34,98 -
-	12,80 -	46 -	30,80 -
Waddle	13,72 -	54 -	38,73 -
-	12,20 -	38 -	24,25 -
Schiele	4,57 -	128 -	22,56 -
-	4,34 -	170 -	38,17 -
-	3,66 -	153 -	29,32 -

§ 97. **Leistung und Kraftverbrauch westfälischer Ventilatoren.** — Eine interessante Zusammenstellung über Leistung und Kraftverbrauch einiger westfälischer Ventilatoren, besonders des Winter'schen und mehrerer Guibals, befindet sich in der Preuß. Zeitschr. 1880, Bd. 28, S. 257, und eine noch ausführlichere Tabelle über Erfahrungen mit deutschen Ventilatoren in dem Werke: *Exploitation et réglementation des mines à grisou*. III. Allemagne, p. 208. Tab. II et III.

II. Wetterräder.

§ 98. **Allgemeines.** — Die Wetterräder, pneumatischen Räder, nach Reuleaux Kapselräder, sind im wesentlichen vertreten durch die Konstruktionen:

Fabry, Lemielle, Evrard.

Bei allen wird die Luft durch ineinander greifende Schaufeln partienweise gefaßt und ausgeworfen.

Im allgemeinen ist zu bemerken, daß die Wetterräder in neuerer Zeit immer mehr durch Zentrifugal-, sowie Schraubenventilatoren verdrängt werden. Sie haben gegenüber den letzteren den Nachteil, daß sie bei Stillständen den Wetterschacht verschließen.

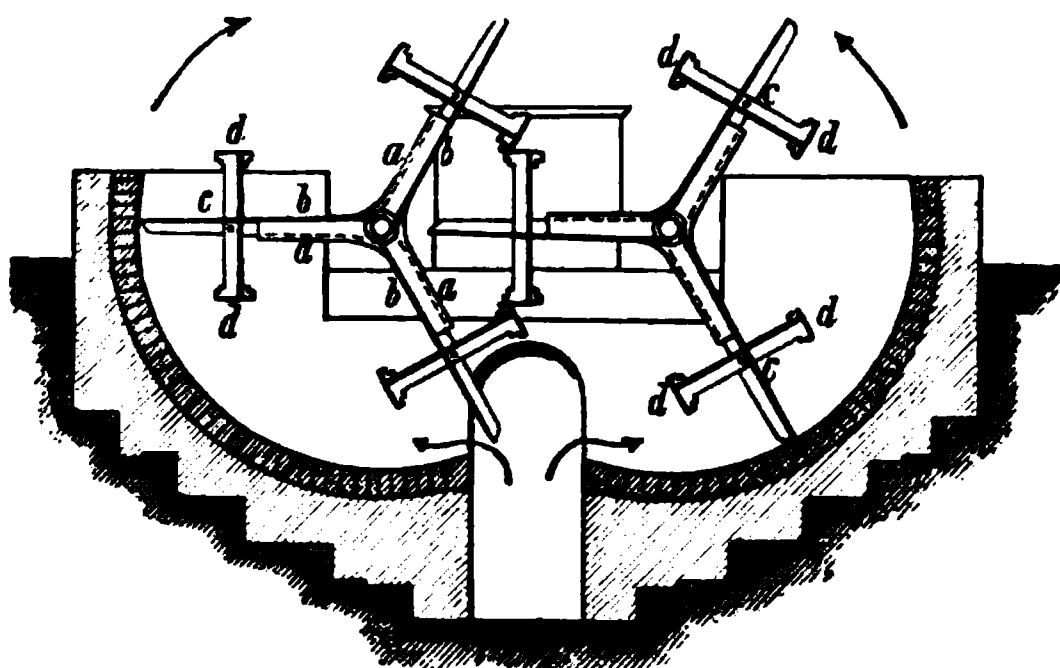


Fig. 817. Fabry'sches Wetterrad.

§ 99. Das **Fabry'sche** Wetterrad ¹⁾ besteht aus zwei Flügelrädern, welche aus drei gußeisernen, auf den Wellen festgekeilten Armen *a* (Fig. 817) zusammengesetzt sind. An den letzteren sind Scheider *b* aus Brettern mit Schrauben befestigt. Mit den Hauptarmen sind die Querarme *c* aus einem Stücke gegossen. Letztere tragen an ihren

Enden epicykloidische Ansätze *d*, welche mit Brettern verkleidet sind.

¹⁾ Ponson, Steinkohlenbergbau. II. S. 188. — Weisbach, Maschinenmechanik. III. S. 1112. — Annales des travaux publics etc. XI. p. 273; XV. p. 21. — Serlo, Bgbkde. 1884. II. S. 401.

Unterhalb der Verlagerung bewegen sich die Räder im Mauerwerke. Dieses wird nach der Montierung der Maschine mit Zement verkleidet, welchen man der besseren Dichtung halber durch die Flügel abstreichen läßt.

Bis zur Höhe der Räder erhebt sich dann noch über der Verlagerung ein Mantel aus Eisenblech, mit Brettern bekleidet, oder gleichfalls aus Mauerwerk.

Während sich die Flügel gegeneinander bewegen, schöpfen sie aus dem Wetterraume die Luft und werfen sie nach beiden Seiten hin aus, dabei greifen die Epicykloiden derart zusammen, daß der Wetterkanal fortwährend nach außen geschlossen bleibt.

Die größten Dimensionen, über welche man wegen der schwierigen Konstruktion nicht hinausgehen kann, sind 3,35 m Durchmesser bei 3 m Flügelbreite. Das gelieferte Luftquantum beträgt bei 26 Umdrehungen und 3,94 qm Schachtquerschnitt 494,4 cbm in der Minute, der Nutzeffekt 60 %.

Die Anlagekosten, inkl. 20pferdige Betriebsmaschine und Kessel, betrugen auf Zeche Dahlbusch in Westfalen 37 500 Mk.

Der Fabry'sche Ventilator hat ebenso wie der von Lemielle den Nachteil, daß seine Konstruktion auf die Dauer nicht haltbar genug ist. Durch das Verziehen der Bretter klemmen sich die Flügel, die Zahnräder, mittelst deren die Bewegung der Maschine auf den Ventilator übertragen wird, stoßen sich oder laufen aus und zerbrechen, so daß man die Zahl der Umdrehungen sehr einschränken muß.

§ 100. **Der Ventilator von Lemielle**¹⁾ besteht aus einem äußeren festen Cylinder mit Zugangs- und Austrittskanal, in welchem sich exzentrisch eine mit Flügeln versehene Trommel um eine Welle dreht. Dieser Ventilator ist schwieriger und kostspieliger in der Konstruktion, als der Fabry'sche, und steht demselben in der Leistung nach.

§ 101. **Der Ventilator von Evrard**²⁾.

— Zwei gleich lange Cylinder *A* und *a* (Fig. 818) von ungleichem Durchmesser befinden sich in einem Gehäuse *B* und drehen sich mit gleicher Peripheriegeschwindigkeit, wobei sie sich entweder mit ihren Umfängen, oder so berühren, daß vier Schaufeln *v* in die Vertiefungen des kleinen Cylinders greifen. Drehen sich die Cylinder in der Richtung der Pfeile, so wirkt der Ventilator saugend, im anderen Falle blasend.

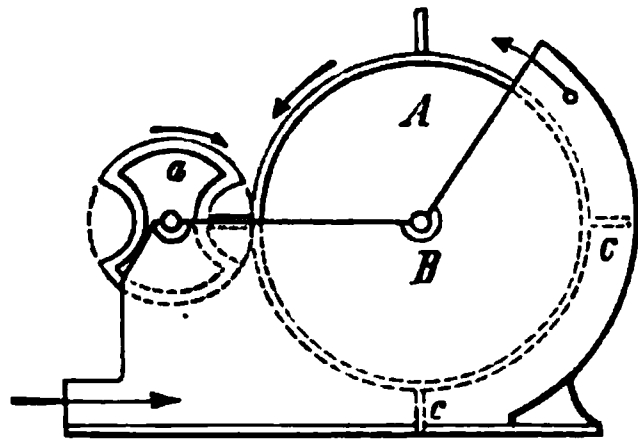


Fig. 818. Evrard's Ventilator.

1) Ann. des trav. publ. Vol. XV. p. 24; Vol. XVI. p. 120. — Burat, Matériel des houillères de la France en 1866. Paris 1867. p. 288. — Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 43. S. 483.

2) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1868. S. 207; 1869. S. 124.

III. Kolbenmaschinen.

§ 102. **Allgemeines.** — Die Kolbenmaschinen entsprechen den Gebläsemaschinen, nur sind sie von größeren Dimensionen. Dieselben haben ebenso, wie die Glockenmaschinen, mehr historisches als praktisches Interesse und sind außerdem durch Wetterräder, später durch Zentrifugalventilatoren, ersetzt, weil sie teurer sind, vieler Reparaturen bedürfen und doch nur einen geringeren Effekt haben, als diese.

Die bekanntesten Maschinen dieser Art sind:

1. Die Kolbenmaschine auf Grube Espérance zu Seraing bei Lüttich ¹⁾.
2. Die Mahaux'sche Kolbenmaschine ²⁾. Auf jeder Seite einer Dampfmaschine liegt ein gemauerter, mit Brettern verkleideter Kasten von 4 bis 5 m Seite, der an einem Ende offen und am anderen mit Ventilen versehen ist. Die Dampfkolbenstange trägt die großen hölzernen, an eisernen Kreuzen befestigten Windkolben, in denen sich vier Klappen befinden.

§ 103. **Die Kolbenmaschine auf Navigation Colliery in Wales** ³⁾. — Diese Maschine hat zwei doppelt wirkende Windkästen von 9,4 m Breite und 6,9 m Höhe, deren untere Hälfte mit Saugklappen versehen und mit dem Wetter-schachte verbunden ist, während die von den massiven Kolben angesaugte Luft durch auswärts stehende Klappen in der oberen Hälfte der Windkästen ausgeblasen wird.

IV. Die Glockenmaschinen.

§ 104. **Allgemeines.** — Die Glockenmaschinen sind Harzer Wettersätze von großen Dimensionen, bei denen die Glocke aus Eisenblech, das Faß aus demselben Materiale, oder aus Mauerwerk besteht. Sie haben, wie die Kolbenmaschinen, viel schädlichen Raum und geringen Nutzeffekt.

Die bekannteren sind:

1. Die Glockenmaschine auf der Grube Marihay zu Seraing bei Lüttich ⁴⁾.
2. Die Wettermaschine von William Price Struve zu Swansea ⁵⁾.

V. Schraubenventilatoren.

§ 105. **Allgemeines.** — Dieselben bestehen entweder aus starkem Eisenblech, welches man schneckenförmig um eine massive Achse gelegt hat und welches von einem Cylinder umschlossen wird, oder es sind windschief gestellte Flügel, welche einerseits von einem äußeren Ringe umgeben und andererseits an einem festen Kerne angebracht sind (Windräder).

¹⁾ Ponson, Steinkohlenbergbau. S. 330.

²⁾ Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 181.

³⁾ Ebenda. S. 182.

⁴⁾ Ponson, a. a. O. II. S. 133.

⁵⁾ Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 109.

Die Luft wird bei der Drehung der Schraube oder Schnecke abgeschnitten und gleitet an den Schraubengängen fort, wobei der Apparat je nach der Drehung saugend oder blasend wirken kann.

Es gehören hierher:

1. Der Ventilator von Lesoinne¹⁾.
2. Die Schraube von La Motte²⁾.
3. Die Schraube von Pasquet³⁾.

§ 106. Der Schraubenventilator von Pelzer gehört zu den kleineren

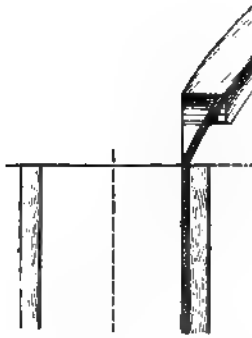


Fig. 819 und 820. Pelzer'scher Ventilator.

Ventilatoren mit großer Geschwindigkeit und ist ein kombinierter Schrauben- und Zentrifugalventilator.

Das Wesentliche der Konstruktion besteht in der eigentümlichen Einrichtung des Flügelrades *F* (Fig. 819, 820). Dasselbe sitzt liegend auf der Achse *A*, welche zweimal auf dem Lagerstuhle *C* verlagert ist und die Riemenscheibe *B* trägt.

Die dem Lagerstuhle zugekehrte Seite ist durch einen abgestumpften Blechkegel, dessen Spitze in den Saugkanal hineinragt, dicht geschlossen.

Die Flügel *f* bilden Ebenen, oder nur wenig gekrümmte Flächen, welche regelmäßig auf den Umfang der Achse verteilt, die letztere in einem Winkel und in einem Punkte schneiden.

Fig. 820.

1) Serlo, Bghkde. 1884. II. S. 400. 2) Ebenda. S. 400. 3) Ebenda. S. 401.

Die Form des Ventilators ist eine solche, daß der vorhin erwähnte Konus an der Mündung des Wetterkanales einen, in dieser dicht abschließenden, kurzen Cylinder bildet.

Die Luft, welche mit großer Geschwindigkeit vom Kanale her dem Ventilator zuströmt, prallt nicht, wie bei anderen Systemen, zurück, sondern sie wird einesteils durch die Kegelform der vorderen Abschlußfläche, anderenteils durch die mit der Bewegung der Luft im Kanale gleich gerichtete Schraubenwirkung der Flügel ohne großen Effektverlust in die Ausströmungsrichtung gebracht, dadurch aber auch gleichzeitig ein Zurückströmen in den luftverdünnten Raum des Kanales verhindert.

Der Durchmesser dieser Ventilatoren schwankt zwischen 4,250 und 4,25 m, beträgt aber meistens 2 oder 2,5 m. Bei diesen letzteren Dimensionen macht der Ventilator 250 bis 300 Umdrehungen, welche Zahl aber im Notfalle bis 400 gesteigert werden kann, und liefert bei einer Depression (Wassersäule) von 40 bis 88 mm eine Luftmenge von 700 bis 1340 cbm in der Minute. Ein auf Schacht Kaiserstuhl bei Dortmund stehender derartiger Ventilator von 4,5 m Flügellänge bewegt bei durchschnittlich 36 Umdrehungen und 60 bis 70 mm Depression ein Wetterquantum von etwa 1200 cbm in der Minute.

Pelzer'sche Ventilatoren befinden sich außerdem in Westfalen auf den Zechen Julius Philipp bei Bochum, Wolfsbank bei Essen, General Blumenthal bei Recklinghausen, Minister Stein bei Dortmund.

Im Saarreviere stehen Pelzer'sche Ventilatoren auf den Gruben König und Maybach, von denen der auf letzterer Grube eingebaute einen Durchmesser von 4,25 m besitzt und vertragsmäßig bei einer Depression von 80 mm Wassersäule eine Leistung von 3000 cbm in der Minute haben soll. Bei der gegenwärtig geringen Ausdehnung der Baue liefert er bei 22 bis 25 mm Depression 1100 bis 1200 cbm.

Die Anlagekosten eines Pelzer'schen Ventilators stellen sich bei einer Leistung von etwa 3000 cbm wie folgt:

Ein Ventilator	6450 M.
Betriebsmaschine . . .	12300 -
dazu ein Maschinenhaus	1500 -
Im ganzen	20250 M.,

während eine Guibal-Anlage von derselben Leistungsfähigkeit etwa 36 000 Mk. kosten würde.

Aus diesem Grunde zieht man die kleineren, schnell laufenden Ventilatoren denjenigen von Guibal häufig vor.

Eine neuere Konstruktion des Pelzer'schen Ventilators (D. R. P. Nr. 31332) hat außer dem Flügelrade an der, den angesaugten Wetter zugekehrten Seite Schöpfschaufeln. Dieselben nehmen die Wetter auf und führen sie unter möglichster Herabminderung der Stöße und Wirbel dem Flügelrade (Fig. 849) zu. Außerdem erfüllen die Schöpfschaufeln noch den Hauptzweck, eine verhältnismäßig sehr breite und genaue Abdichtung des

Ventilators gegen den Saugraum zu bilden, ohne den Eintritt der Wetter in den Saugraum zu behindern.

Ein solcher Ventilator von 4 m Durchmesser ist auf der staatlichen Steinkohlengrube König bei Neunkirchen in Betrieb. Bei einem Vergleiche desselben mit einem Guibal-Ventilator von 9,5 m Durchmesser ergab sich ein für den Pelzer'schen Ventilator günstiges Resultat insofern, als derselbe bei nahezu gleicher Umfangsgeschwindigkeit (Guibal = 19,87, Pelzer = 18,84) und gleicher Depression (23,5 mm Wassersäule) eine noch etwas größere Luftmenge lieferte, als der Guibal-Ventilator ($G = 2441$ cbm, $P = 2191$ cbm). Bei gesteigerter Umfangsgeschwindigkeit von 29,84 m bei Guibal und 29,3 m bei Pelzer stellten sich die Depressionen auf bezw. 52 und 64 mm Wassersäule, die manometrischen Wirkungsgrade (s. § 107) auf 45,83 bezw. 55,77 und die geförderten Luftmengen auf 3074 bezw. 3409 cbm. Der mechanische Nutzeffekt (Verhältnis der nutzbar gewordenen zur aufgewendeten Arbeit) ergab sich bei dem Pelzer'schen Ventilator zu durchschnittlich 54,57 %.

§ 107. **Manometrischer Wirkungsgrad.** — Bisher wurde die Leistung eines Ventilators gewöhnlich durch Multiplikation der Depression (Wassersäule) in mm mit der in 1 Minute gelieferten Luftmenge in cbm ermittelt.

In neuerer Zeit ist durch M. Murgue¹⁾ für denselben Zweck der Begriff des manometrischen Wirkungsgrades eingeführt.

Murgue führt aus, daß es für jeden saugenden Ventilator, gleichgültig von welcher Konstruktion, eine theoretische Depression giebt, welche ein Ventilator von demselben Durchmesser und derselben Umdrehungszahl nur dann erreichen könnte, wenn er durchaus vollkommen wäre. Diese theoretische Depression ist $H = \frac{u^2}{g}$, unter u die beobachtete Peripheriegeschwindigkeit gedacht. Die Depression h , welche ein bestimmter Ventilator in Wirklichkeit erreicht, wird immer nur ein Bruchteil KH der theoretischen sein, also

$$K = \frac{hg}{u^2},$$

und versteht M. Murgue unter diesem Ausdrucke die manometrische Leistung eines Ventilators, mittelst deren man nicht allein gleichartige, sondern auch ungleichartige Ventilatoren unter sich vergleichen kann. Die Formel hat auch praktischen Wert. Ist z. B. die mittlere manometrische Leistung eines Ventilators durch Versuche festgestellt und zeigt sich bei weiteren Beobachtungen eine Verringerung derselben, so weiß man, daß irgend eine Beschädigung am Ventilator, oder eine Störung in der Wetterführung vorliegen muß.

Nach den Beobachtungen der französischen Wetterkommission²⁾ hat der Guibal-Ventilator überall die größte manometrische Leistung von durch-

¹⁾ Bull. de la soc. de l'ind. min. sér. 2. t. IX. p. 5. — Expl. et régl. des mines à grisou. III. Allemagne. p. 207.

²⁾ Ebenda. III. Allemagne. p. 208.

schnittlich 0,644 mit einem Maximum von 0,728 und einem Minimum von 0,447, während die kleinen Ventilatoren (Pelzer, Winter u. s. w.) eine solche von annähernd 0,300 ergeben.

Die französische Wetterkommission kommt dabei zu dem Schlusse, daß man bei der Wahl eines Ventilators diejenigen Bedingungen prüfen müsse, welche er für die Wetterversorgung erfüllen soll. Für die Bewegung großer Wettermengen, wie in England, würden demnach große Ventilatoren mit geringer Geschwindigkeit, also Guibal'sche zu wählen sein, während für die mittleren Anforderungen, wie sie der konzentrierteren Wetterführung wegen häufig auf dem Kontinente gestellt werden können, die kleinen, billigen Ventilatoren mit großer Geschwindigkeit vorteilhafte Verwendung finden.

Kapitel VIII.

Vergleich zwischen Wetteröfen und Ventilatoren.

§ 108. **Vorteile der Wetteröfen.** — Sowohl nach den Erfahrungen in England, als auch nach den Ermittlungen der westfälischen Wetterkommission aus den Jahren 1869 bis 1871 ¹⁾, steht es fest, daß Wetteröfen bei geringer Depression, also bei »weiten Gruben« im Sinne der gleichwertigen Öffnung (§ 33), sehr bedeutende Luftmengen in Bewegung setzen können, wie sie nur durch Ventilatoren größter Dimensionen zu erreichen sind.

Auch kann man bei derselben Rostfläche durch Erweiterung der Strecken, bezw. durch zweckmäßige Teilung des Wetterstromes die Leistung bedeutend steigern.

Fernere Vorteile der Wetteröfen sind deren billige Anlage und Unterhaltung, sowie der Umstand, daß mit der Schachttiefe die Leistung der Wetteröfen wächst, diejenige der Wettermaschinen aber abnimmt. Trotz dieser Vorteile sind die Wetteröfen in Belgien so gut wie verschwunden, für Gruben mit schlagenden Wettern sogar durch das Polizeireglement vom 1. März 1850 verboten.

Auch in Deutschland und sogar in England, wo man die Wetteröfen wegen der für die dortigen Gruben nötigen, sehr großen Luftmengen noch am meisten verteidigt hat, treten an ihre Stelle immer mehr die Ventilatoren.

§ 105. **Nachteile der Wetteröfen.** — Der Hauptgrund für diese Erscheinung liegt in der Erkenntnis, daß die Wetteröfen bei schlagenden Wettern unsicher, ja gefährlich sind.

Nach erfolgter Explosion sind sie nicht zugänglich, können durch die-

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 37 ff.

selbe zerstört werden, bieten auch nicht die Möglichkeit einer stärkeren Leistung, dagegen aber die Gefahr, daß beim Rückschlage die Brandgase in die Grubenbaue getrieben werden.

Sodann ist der Nutzeffekt, d. h. der Vergleich der mechanischen Arbeit der ausziehenden Luft mit der bei der Verbrennung der Kohle geleisteten Arbeit, bei den Wetteröfen geringer. Er beträgt nach Havrez¹⁾ bei englischen Wetteröfen 0,00485 bis 0,0056, bei einem guten Ventilator dagegen 0,0443.

Nach Versuchen auf der Grube Sulzbach-Altenwald liefert $\frac{1}{2}$ kg Kohle

bei Wetteröfen = 358 cbm Luft

bei einem Guibal = 632 - - 2).

Außerdem ist die Leistung der Wetteröfen von der Trockenheit des Wetterschachtes abhängig, während der für dieselben noch sprechende Umstand, daß man den ausziehenden Schacht auch für andere Zwecke, besonders zur Förderung, benutzen könne, seit Einführung der wetterdichten Schachtverschlüsse (Zeche Westfalia bei Dortmund, S. 402), noch mehr aber seit der unterirdischen Aufstellung der Ventilatoren, vergl. S. 714, auch für Ventilatoren geltend gemacht werden kann.

§ 110. Bedingungen für hohe Leistung bei Wetteröfen und Ventilatoren.

— Die höchste Leistung ist bei beiden Ventilationsmitteln zu erreichen, wenn die Grubenräume, besonders Wetterstrecke und Wetterschacht, genügende Dimensionen haben, ferner, wenn eine angemessene Teilung des Wetterstromes stattfindet, und endlich, wenn getrennte Schächte für das Ein- und Ausziehen vorhanden sind. Die bei dem Einschachtsysteme nötigen Wetterscheider sind immer mehr oder weniger undicht, so daß oft nur die Hälfte oder ein Drittel der vom Ventilator oder dem Wetterofen gelieferten Luftmenge in die Grube gelangt, der Rest der Wetter macht einen unnützen Kreislauf zwischen dem einziehenden und ausziehenden Trumme.

C. Wetterführung.

Kapitel IX.

Einrichtungen und Apparate zur Wetterführung.

§ 111. Aufgabe der Wetterführung. — Die Wetterversorgung (Abtl. B.) hat die Aufgabe, das für die Grube nötige Wetterquantum zu beschaffen.

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1869. S. 275, 292.

2) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 85.

Die Wetterführung dagegen soll diese Wetter derart leiten und verteilen, daß sie an alle wetternötigen Punkte gelangen und daß unterwegs weder direkte Verluste (undichte Schachtscheider bei dem Einschachtsysteme, große abgebaute Räume wie in England), noch Verluste durch vergrößerte Widerstände (Verengungen und scharfe Biegungen in den Strecken, ungenügenden Querschnitt des ausziehenden Schachtes u. s. w.) vorkommen können.

§ 112. **Regeln für eine gute Wetterführung.** — Als eine der wichtigsten Regeln für eine gute Wetterführung gilt, daß die einfallenden Wetter zunächst bis zum tiefsten Punkte gelangen, von hier aus aber stets in aufsteigender Richtung geführt werden. Besonders beim Vorhandensein schlagender Wetter ist es gefährlich, den Wetterstrom abwechselnd auf- und absteigend zu führen, wie es bei manchen Abbaumethoden, z. B. bei dem schwebenden oder diagonalen Pfeilerbau, nicht zu vermeiden ist.

Ebenso hat man bei schlagenden Wettern den Abbau mit breitem Blicke zu führen, weil bei einem solchen in abgesetzten Stößen die Wetter sich leicht in den Ecken ansammeln.

Am besten eignet sich in dieser Hinsicht der streichende und diagonale StREBBau mit breitem Blicke, einmal, weil die Wetter dabei in einer und derselben Richtung am Stoße entlang streichen, ferner, weil durch den Bergeversatz der Wetterstrom mehr zusammengehalten wird.

Wenn dagegen durch den Abbau hohle Räume entstehen, welche entweder gar nicht, oder durch das Einbrechen des Hangenden nur teilweise ausgefüllt werden, so bilden dieselben gefährliche Sammelräume für die schlagenden Wetter, welche bei niedrigem Barometerstande, oder auch durch schließliches Einbrechen des Hangenden, in großen Massen und plötzlich in die Baue getrieben werden.

§ 113. **Teilung des Wetterstromes.** — Ein weiteres wichtiges Mittel, die Wetterführung möglichst zu vervollkommen, ist die Teilung des Hauptwetterstromes in der Art, daß man denselben nicht der Reihe nach durch sämtliche Baue führt, sondern jedem Flötze, bzw. jeder Abbausohle, sowie dem Pferdestalle und Wetterofen, einen selbständigen Teilstrom zuführt. In England hat man auch diese Teilströme weiter geteilt, indem man jedem Abbaufelde (panel, Seite 379), welches von den benachbarten durch Pfeiler getrennt gehalten wird, einen besonderen Wetterstrom zuführt. Nach dem Bestreichen der Abbaufelder vereinigen sich die Teilströme in besonderen Strecken, welche keinem anderen Zwecke dienen dürfen, und ziehen schließlich in einer gemeinschaftlichen Hauptwetterstrecke zum ausziehenden Schachte. In allen zur Förderung und Fahrung dienenden Strecken hat man also Wetter, welche noch keine Abbaue durchzogen haben.

Die Teilung des Wetterstromes hat außer den bereits oben (S. 688) erwähnten Vorteilen noch denjenigen, daß die in dem einen Abbaufelde aufgenommenen Gase nicht in die anderen mitgeführt werden. Endlich werden die Folgen einer Explosion mehr eingegrenzt, vorausgesetzt, daß nicht die

Mittel, mit denen man die Teilung bewirkt hat (Wetterthüren, Wetterkreuzungen u. s. w.) zertrümmert werden.

§ 114. **Mittel zur Führung des Wetterstromes.** — Zur Führung des Wetterstromes dienen vor allem die Grubenbaue selbst, sodann die Wetterthüren, Wetterlutton, Kanäle, Wetterscheider und Wettergardinen.

§ 115. Die **Wetterthüren** sind zu unterscheiden in solche, welche lediglich die Richtung des Wetterstromes verändern, und in solche, welche denselben teilen sollen.

Die ersteren bestehen meistens aus Holz, schließen die Strecke dicht ab und sind in einem hölzernen oder eisernen Rahmen befestigt, welcher entweder an den Streckenstößen direkt abgedichtet ist, oder sich in Mauerwerk befindet. Eine Thür der letzteren Art, wie sie auf Zeche Dorstfeld bei Dortmund in Gebrauch ist, zeigt Fig. 821, 822. Die Thür ist am Rande noch mit einer 5 cm breiten Kautschukdichtung versehen.

Damit die Thüren von selbst zufallen, sind sie entweder mit Gewichten oder Federn versehen, oder sie sind schräg gestellt. Derartige, im Sinne der Bewegung auf dem vollen und leeren Geleise sich öffnende Doppelthüren sind u. a. in Heinitz bei Saarbrücken in Anwendung.

Damit jedoch der Wetterstrom durch das Öffnen der Thüren nicht gestört wird, muß man deren in Hauptförderstrecken immer zwei, bisweilen sogar drei hintereinander anbringen, und zwar in solchen Entfernungen, daß die eine Thür eben geschlossen ist, wenn der Schlepper, bezw. der Wagenzug die andere Thür erreicht. Zur Bedienung derartiger Thüren verwendet man meistens jugendliche Arbeiter.

§ 116. **Wettergardinen.** — In Abbaustrecken bedient man sich anstatt der Wetterthüren auch wohl der Wettergardinen aus geteertem Segeltuche, Hanf oder Jute. Dieselben sind billiger, aber weniger haltbar, als Thüren, und außerdem feuergefährlich.

In Saarbrücken, wo man die Wettergardinen auch als Wetterscheider anstatt der Lutton benutzt, beträgt der jährliche Verbrauch 30 000 qm. Neuerdings angestellte Versuche mit baumwollenen Stoffen sind nicht befriedigend ausgefallen.

§ 117. Die **Wetterthüren zur Teilung** des Wetterstromes sind am einfachsten so eingerichtet, daß sie nicht dicht schließen. Vollkommener sind Thüren mit Öffnungen von bestimmter Größe, welche mit einem Schieber versehen sind.

Fig. 821.
Fig. 822.
Wetterthür.

Gewöhnlich legt man derartige Wetterthüren in den ausziehenden Strom, also z. B. an eine Stelle, wo ein Teilstrom das Abbaufeld (Flötz, Abbausohle u. s. w.) verläßt. In Hauptförderstrecken sind Wetterthüren hinderlich, während es in Bezug auf die Teilung der Wetter gleichgültig ist, ob die Durchgangsöffnung sich am Eingange oder am Ausgange befindet¹⁾.

Übrigens hat die Verteilung der Wetter im ausziehenden Strome den Nachteil, daß sich bei plötzlichen Ausbrüchen von Grubengas Stauungen von schlagenden Wettern bilden können, welche unter Umständen bis zum Füllorte gehen und Veranlassung zu großem Unglücke sein können²⁾. Die Katastrophe, welche sich im Jahre 1865 auf dem Schachte St. Catharina der Kohlengrube Midi de Dour in Belgien ereignete und 57 Mann das Leben kostete, war nur auf diese Weise zu Stande gekommen³⁾. Wo deshalb plötzliche Gasausbrüche zu erwarten sind, dürfen die Teilungsthüren nur in den einziehenden Strom gelegt werden⁴⁾.

§ 118. **Sicherheits- und Rettungsthüren.** — Außerdem werden auch Sicherheitsthüren⁵⁾ angewendet, welche durch den Druck auf eine Feder geschlossen werden können, wenn die Hauptwetterthüren zertrümmert sein sollten, sowie selbstschließende Wetterthüren⁶⁾, welche sich auf den Zechen Henriette und Luise Tiefbau⁷⁾ bei Barop gut bewährt haben sollen, endlich Rettungsthüren, wie in St. Etienne⁸⁾, welche durch die heftige Gasströmung bei Explosionen zugeschlagen werden und die betreffende Grubenabteilung absperren.

§ 119. **Wetterlutton** werden benutzt, um einzelne Örter entweder durch Teilstrome aus dem Hauptwetterstrome, oder mit Hilfe von Wettertrommeln, Strahlgebläsen, Wassertrommeln u. s. w. zu ventilieren. Sie bestehen aus Holz, Zinkblech, verzinnem, verbleitem, oder verzinktem⁹⁾ Eisenbleche, und aus Asphaltpappe. Die hölzernen Wetterlutton werden aus Brettern mit zwischengelegter Dichtung hergestellt und vorzugsweise für größeren Bedarf an Wettern angewendet. Die einzelnen Luttonenden werden entweder durch Einschnauzen oder durch Überziehen von hölzernen Muffen verbunden.

Im allgemeinen sind die hölzernen Wetterlutton zwar billig, sie werden aber leicht undicht, sind dem Verfaulen ausgesetzt, bieten ferner dem Wetterstrome bei ihrer quadratischen Form einen ungünstigen Querschnitt und, falls sie inwendig nicht abgehobelt sind, auch viel Reibung.

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1863. Nr. 27. S. 142.

2) Demanet, a. a. O. S. 361.

3) Vergl. auch Harzé, des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou. Bruxelles 1885. p. 26.

4) Expl. et régl. des mines à grisou. II. Angleterre. p. 113.

5) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1864. S. 277.

6) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 87.

7) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 384.

8) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1868. S. 364.

9) Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 114.

Besonders bei größeren Längen sind deshalb die runden Lutten aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech vorteilhafter. Man verwendet dieselben auf Camphausen bei Saarbrücken von 10, 25 und 28 cm Durchmesser auf 600 m Länge. Lutten aus Zinkblech von 16 cm Durchmesser sind in Verbindung mit Harzer Wettersätzen beim Betriebe der sehr langen Flügelörter des Ernst Auguststollens am Harz ¹⁾ sehr vorteilhaft verwendet (§ 47).

In gleich günstiger Weise hat man auf Zeche Dahlbusch bei Gelsenkirchen ²⁾ ein Wettertrumm von 0,9 qm Querschnitt und 132 m Länge durch eine 52 cm weite Zinklutte ersetzt.

Zur Dichtung der ineinander gesteckten Enden verwendet man Kitt (z. B. Leinöl, zerfallenen Kalk und zerhackten Hanf). In Saarbrücken werden Gummimuffen übergezogen; in Schächten wird die Dichtung durch Flantschen mit Gummiringen und Schrauben bewirkt ³⁾.

Da durch Berührung des Zinks mit Eisen in Gegenwart von Wasser ein galvanischer Strom entsteht, welcher eine rasche Zerstörung der Zinkluten verursacht, so werden dieselben an den Stellen, wo sie mit eisernen Bändern oder Draht aufgehängt sind, durch unterlegte Holzstückchen isoliert.

In Zaukeroda wurden gewellte Zinkblechluten für die Sonder-ventilation zu teuer befunden und durch eiserne mit umgebördelten Rändern und lose aufgeschobenen Flantschen mit Dichtung ersetzt.

Die Anwendung von Lutten aus verzinktem oder verbleitem Eisenblech war in Waldenburg trotz des höheren Preises insofern von Vorteil, als sich dieselben gegen äußere Beschädigung widerstandsfähiger zeigten, als Zinkluten.

Asphaltluten ⁴⁾ aus der Fabrik von Joh. Gottfr. Leye in Bochum sind ihres runden Querschnittes und ihrer glatten Innenfläche halber zu empfehlen; sie werden aber beim Transporte und beim Verlegen leicht beschädigt, haben keinen Wert als altes Material, weichen in warmen Wettern auf und verbreiten dann die Wetter verderbende Dünste.

In Kärnthen hat man mit Vorteil 162 mm weite Röhren aus Bleiblech angewendet ⁵⁾, welche in Platten von 4 m Länge, 540 mm Breite und 3 mm Dicke auf Holzcyliner aufgewickelt wurden. Die Längsnaht wurde durch Umfalzen hergestellt, indem man zur besseren Dichtung noch

eine Hanfschnur *a* (Fig. 823) einlegte und die ganze Naht mit einer heißen Mischung von Colophonium und Unschlitt vergoß. Die Verbindung der einzelnen Röhren geschah durch Überziehen von Gummimuffen.

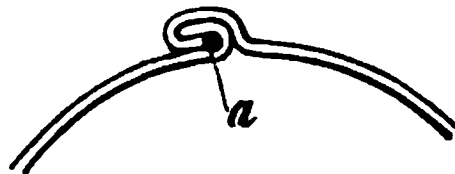


Fig. 823.
Verbindung der Wetterluten aus
Bleiblech.

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1864. S. 107.

2) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 87. — Glückauf. Essen 1869. Nr. 33.

3) Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23. S. 114.

4) Ebenda. 1872. Bd. 20. S. 384; 1869. Bd. 17. S. 86.

5) Serlo, Bgbkde. 1884. II. S. 433. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 330. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. Leipzig 1876. S. 347.

§ 120. **Die Wetterscheider** treten an die Stelle der Wetterlутten, wenn es sich um Abtrennung und Fortführung größerer Wettermengen handelt.

In den Strecken werden die Wetterscheider in verschiedener Weise ausgeführt. Wo eine tiefe Wasserseige vorhanden ist, kann man sie gegen die Strecke in erfolgreicher Weise durch ein flaches Gewölbe aus Ziegelsteinen abschließen. Unvollkommener, weil weniger dicht und haltbar, ist der Abschluß durch Pfosten mit Moos- oder Lehmdichtung.

Sonst werden die Wetterscheider entweder unter der Firste oder an der einen Seite angebracht, je nachdem die Strecke genügende Höhe bzw. Breite hat.

Die in der Fiste angebrachten Scheider bestehen immer aus einem Bretterverschlage, die anderen teils aus einem solchen, teils aus Wettergardinen oder Mauerwerk.

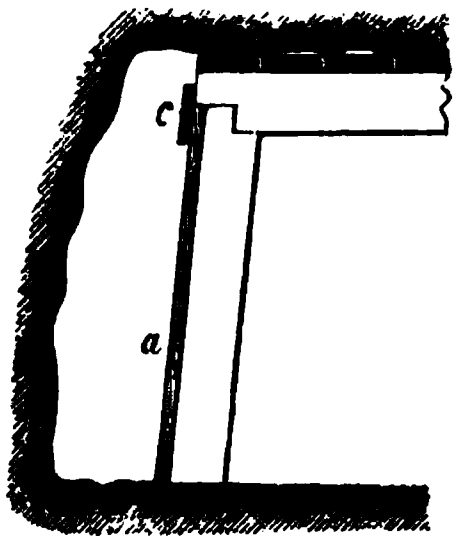


Fig. 824. Anbringen der Wettergardinen.

Die Wettergardinen *a* (Fig. 824) werden an der einen Rückseite jedes Thürstockes, außerdem oben der Länge nach an einem Brette *c* angenagelt. Die Wirksamkeit eines solchen Scheiders reichte in England bis zu 170 Yards und die Kosten für 1 Yard betrugen bei 2 m Höhe 1,80 M.¹⁾

Gemauerte Wetterscheider werden am besten in Fachwerk (zwischen Stempeln), innerhalb dessen die Ziegelsteine auf halbe Steinstärke gelegt oder auf die Kante gestellt sind, hergerichtet.

In Schächten sind gemauerte Scheider nicht zweckmäßig, weil sie durch Erschütterungen undicht werden. Am besten verwendbar sind noch Bretter, welche entweder mit Nut und Feder verbunden, oder in den Fugen mit geteilter Leinwand und übereinanderliegenden Latten gedichtet sind, oder Wetterscheider von Eisenblech, wie sie neuerdings von der Fabrik R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele in Westfalen empfohlen werden. Auf dem Schachte Otto III der Mansfelder Gewerkschaft hat man Wetterscheider aus verzinktem und gewelltem Eisenblech bei horizontaler Lage der Falten in zwei \sqcup -Schienen, welche mittelst Steinschrauben an den Schachtstößen befestigt sind, angenietet und durch Cement verdichtet. Die einzelnen Blechtafeln wurden gleichfalls vernietet und durch eingelegte, vorher in Mennigekitt getränkte Leinwandstreifen gedichtet²⁾.

§ 121. **Wetterdämme**³⁾ dienen zum Absperren alter, mit bösen Wettern gefüllter Baue.

1) Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 47.

2) Ebenda. 1886. Bd. 34. S. 263.

3) Ebenda. 1862. Bd. 10. S. 47 ff.

Handelt es sich dabei nur um Luftabschluß bei noch nicht ausgebrochenen Bränden, so genügt oft eine Mauer aus hochkantig gestellten Ziegeln.

Sperrt man den alten Mann durch Mauerdämme ab, so empfiehlt es sich, die den Bauen zugekehrte Seite zu verputzen. Ein demselben Zwecke dienender Asphaltüberzug¹⁾ ist nur bei kühler Temperatur anwendbar.

Übrigens ist das Vermauern des alten Mannes sehr bedenklich und gefährlich und dürfte Schondorff²⁾ beizustimmen sein, welcher es für ratsamer hält, den alten Mann beständig durch den Wetterstrom reinigen zu lassen, um stärkere Ansammlungen von Grubengas zu verhindern, denn einerseits sind die Verdämmungen auf die Dauer selten oder nie dicht zu erhalten, andererseits liegt die Gefahr nahe, daß man beim Betriebe Spalten öffnet, welche mit dem alten Manne in Verbindung stehen und den gespannten Gasen einen plötzlichen Ausbruch in großen Massen, trotz der besten Verdämmung, gestatten.

Es ist dies eine Rücksicht, welche weniger bei StREBBau mit ausreichendem Bergeversatze, als bei Pfeilerabbau zu beobachten ist. Allerdings läßt sich nicht verkennen, daß dabei die Wetterführung vor den Arbeitspunkten beeinträchtigt wird, da der Strom nahe belegene weite Räume durchstreichen muß. Dieser Übelstand wird sich aber wesentlich vermindern, wenn man Sorge trägt, daß die abgebauten Räume zu Bruche geworfen und dadurch mehr oder weniger ausgefüllt werden.

§ 122. **Wetterbrücken** (Wetterkreuzungen, air-crossings) werden bei flacher Lagerung der Flötze, wie in England, sehr häufig angewendet; bei steilerer Stellung der Flötze und aufwärts gerichteter Wetterführung kommt es kaum vor, daß der frische und der gebrauchte Wetterstrom sich in derselben Ebene kreuzen und übereinander weggeführt werden müssen.

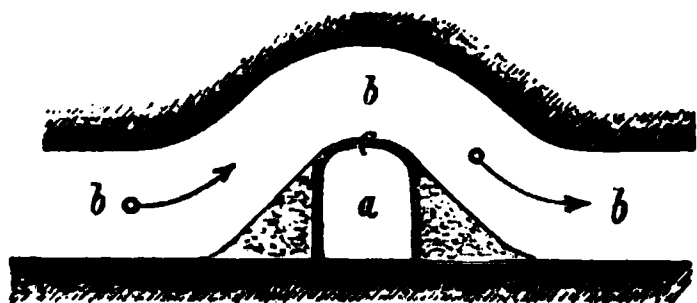


Fig. 825.

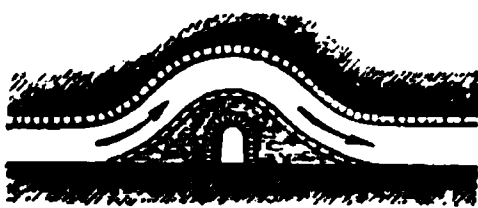
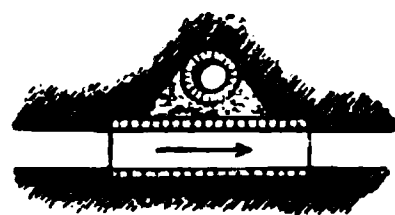
Fig. 826.
Wetterbrücken.

Fig. 827.

Die Wetterbrücken bestehen aus Eisen oder Mauerung. In Fig. 825 ist
 a = die Förderstrecke mit frischen Wettern,
 b = die Wetterstrecke,
 c = die Wetterbrücke aus Kesselblech.

Fig. 826 und 827 stellen eine gemauerte Wetterbrücke dar.

In England haben die Wetterkreuzungen den großen Nachteil, daß sie bei Wetterexplosionen häufig zertrümmert werden, daß sich in Folge dessen

1) Berggeist. 1869. S. 436.

2) Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 114.

der Nachschwaden weit verbreitet und somit die Isolierung der Teilströme in den einzelnen Abbaufeldern (panels) aufgehoben wird.

§ 123. **Verschluss der Wetterschächte.** — Bei Anwendung von Ventilatoren über Tage sind die Wetterschächte dicht verschlossen und stehen mit dem Ventilator durch einen gemauerten Kanal in Verbindung. Diese Einrichtung erscheint bei heftigen Explosionen schlagender Wetter bedenklich, denn wenn die Explosionsgase am freien Austritt aus dem Wetterschachte verhindert sind, so werden sie sich um so mehr in den Grubenbauen ausdehnen. Es erscheint demnach durchaus zweckmäßig, nach dem Vorgange einzelner Gruben, u. a. bei Saarbrücken, den Explosionsgasen gewissermaßen ein Sicherheitsventil dadurch zu bieten, daß man den Wetterschacht mit einer Haube von Eisenblech verschließt, welche bei Explosionen emporgehoben wird und den Explosionsgasen einen Ausweg gestattet. Damit jedoch dieser bewegliche Verschluss nicht zertrümmert wird²⁾, muß er so eingerichtet sein, daß er schon einem geringen Drucke von unten nachgiebt, sich danach aber durch eigenes Übergewicht senkt und den Schacht wieder verschließt.

D. Beleuchtung der Grubenräume. — Führung in bösen Wettern. — Grubenbrand.

Kapitel X.

Arten der Beleuchtung.

§ 124. **Stationäres Licht.** — Die Beleuchtung der Grubenräume geschieht durch stationäres und durch tragbares Licht. Das erstere findet überall Anwendung für die Beleuchtung der Füllörter, Maschinenräume und Pferdeställe unter Tage. Der besseren Reflexion halber werden besonders die Füllörter geweißt.

Man bewirkt die stationäre Beleuchtung entweder durch Petroleumlampen mit Reflektor und möglichst vollkommenen Brennern [Revolverbrenner, Siemens'scher Regenerativbrenner, Argand'sche Brenner³⁾], Wol-

1) Expl. et régl. des mines à grisou. II. Angleterre. p. 115 ff.

2) Bei der am 6. März 1885 auf dem Johannesschachte in Karwin im Ostrauer Reviere (Österreich) vorgekommenen Explosion schlagender Wetter, wobei 107 Mann verunglückten, wurde die Haube des Wetterschachtes weggerissen und 45 m zur Seite geschleudert. Bevor der Schacht durch eine Bühne gedichtet war und der Ventilator wieder arbeiten konnte, verging so viel Zeit, daß erst nach einer Stunde der Johannesschacht wieder einzog.

3) Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8 A. S. 195.

pert'sche Rauch- und Luftsauger¹⁾], weil es vorteilhaft ist, die Zahl der Lampen möglichst zu verringern, — oder durch Gas, wie auf Königsgrube in Oberschlesien, in den Kalksteinbrüchen von Rüdersdorf und auf dem Meinerzhagener Bleiberge²⁾. Über die Vorrichtungen, welche man auf dem Albertschachte der Grube Gerhard Prinz Wilhelm in Luisenthal angewendet hat, um das Gas unter Druck auf das Füllort zu bringen, vergl. Berggeist, 1868. Nr. 81.

Auf einigen Gruben benutzt man Bläser (§ 14. 2) zur Erleuchtung des Füllortes, z. B. auf Zeche Schlägel und Eisen bei Recklinghausen und auf einer Grube bei Minden³⁾.

§ 125. Die elektrische stationäre Beleuchtung⁴⁾ ist wohl vielfach über Tage, in größerem Umfange unter Tage jedoch nur an einzelnen Orten angewendet. Bei dem großartigen Fortschritte jedoch, welchen die Elektrotechnik in der neuesten Zeit gemacht hat, ist es wahrscheinlich, daß das elektrische Licht bald in ausgedehnterer Weise für Grubenbeleuchtung Verwendung finden wird⁵⁾.

In England hat man bereits, sowohl in den Pleasley-Werken bei Mansfield, als auch in Earnock Colliery, nahe bei Hamilton (North Britain)⁶⁾, Versuche mit der elektrischen Glühlampe von Swan angesellt. Dieselben fielen im letzteren Falle sofort derart günstig aus, daß man eine Beleuchtung der ganzen Grube beschlossen hat.

Auch in Zaukeroda (Sachsen) und auf den Ernstschächten bei Mansfeld hat man elektrische Beleuchtung, zunächst in Hauptförderstrecken, eingeführt. Die Maschinen zur Erzeugung der Elektrizität sind im letzteren Falle von Siemens & Halske geliefert und machen 1000 Umdrehungen in der Minute. In der Förderstrecke sind vom Schachte ab 32 Lampen (Edison'sche Glühlampen) in Entfernungen von 12 bis 15 m in der Firste entlang aufgehängt. Die Lampen bestehen aus luftleeren Glasballons, in denen sich eine etwa 5 cm lange, an Platin-Elektroden angeschlossene Schleife von Bambuskohle befindet, welche durch den elektrischen Strom mit einer Lichtstärke von 18 Kerzen ins Glühen gebracht wird und vertragsmäßig 800 Stunden lang aushalten soll. Die gesamten Kosten dieser Beleuchtung betragen in der Stunde 80 ₰.

1) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 382 u. 383.

2) Ebenda. 1869. Bd. 17. S. 85.

3) Ebenda.

4) Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1882. S. 296. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 245. S. 93.

5) Über eine elektrische Lampe von Dumas und Benoit zum Eindringen in schlagende Wetter vergl. Bulletin de la soc. de l'ind. min. t. IX. (sér. 4). Juillet, Août, Sept. 1863. p. 5—14, 118. — Ann. des mines. t. II. (sér. 6). 1863. p. 455. — Dingler's polyt. Journ. Bd. 176. Heft 3. S. 204. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1865. S. 255 u. 280. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 383.

6) Engineer. and mining Journal. Bd. XXXII. p. 6, 172. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1884. S. 394, 497, 594. — Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 335.

Wenn schlagende Wetter auftreten, ist jedoch die Verwendung der Elektrizität nicht ohne Bedenken, weil an schadhaften oder nicht genügend isolierten Stellen der Leitung Funken überspringen und eine Explosion herbeiführen können.

§ 126. Zur **tragbaren Beleuchtung** dienen vorwiegend Grubenlampen. Die Anwendung von bloßen, in der Hand zu tragenden und bei der Arbeit ans Gestein zu klebenden Kerzen, wie es in England mehrfach gebräuchlich war, ist unzweckmäßig, wogegen deren Verwendung in, mit Messingblech ausgeschlagenen Blenden im sächsischen Erzgebirge, wo sich deren die Beamten bedienen (die Arbeiter haben Blenden mit Öllampen), recht zweckmäßig erscheint.

Das Brennmaterial für die flach gebauten, geschlossenen Grubenlampen ist gewöhnlich Rüböl; in sehr matten Wettern versetzen es die Arbeiter wohl mit etwas Petroleum, was aber möglichst vermieden werden muß, weil Petroleum auf offenen Lampen stark riecht, also in größerer Menge unverbrannt entweicht und dadurch die Wetter verdirbt.

Außer Rüböl brennt man auch Talg (Unschlitt) auf offenen Lampen, wie es u. a. am Harz seitens der Beamten üblich ist. Diese Lampen geben eine helle, große Flamme ¹⁾ und sind in geübten Händen für die Beleuchtung in großen Räumen recht geeignet.

Ch. Montigny will phosphoreszierende Schwefelverbindungen in Geisler'schen Röhren zum Leuchten bringen und dadurch in Gruben mit schlagenden Wettern die Explosionsgefahr beseitigen ²⁾.

Kapitel XI.

Wetterlampen ³⁾.

§ 127. **Theorie der Wetterlampen.** — Eine hervorragende Wichtigkeit haben für den Gebrauch in schlagenden Wettern die Wetterlampen. Der Name »Sicherheitslampe« ist nicht glücklich gewählt, unwissende Arbeiter glauben leicht, mit einer Sicherheitslampe in der Hand gegen alle Gefahren geschützt zu sein und lassen infolge dessen beim Aufenthalte in schlagenden Wettern die nötige Vorsicht außer Acht.

1) Über eine Methode, die Leuchtstärke verschiedener Materialien zu prüfen, vergl. Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1869. Nr. 24.

2) Österr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen. 1881. S. 45.

3) Preuß. Ztschr. 1856. Bd. 3. S. 63; 1862. Bd. 10. S. 51; 1855. Bd. 2. S. 386. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1866. S. 386; 1868. S. 283. — Berggeist. 1866. S. 143. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. Nr. 36. — Glückauf. Essen 1886. Nr. 72, 73 (Ergebnisse der Untersuchungen über die Wetterlampen, von Nonne).

Um die Wichtigkeit der Wetterlampe und einer guten Konstruktion derselben darzuthun, sei hier erwähnt, daß nach den statistischen Ermittlungen der westfälischen Lokalabteilung der preußischen Wetterkommission¹⁾ während des 22jähr. Zeitraumes von 1861 bis 1882 58,40% sämtlicher (1070) Explosionen schlagender Wetter auf den Nichtgebrauch der Wetterlampen zurückzuführen sind, während 27,02% ihre Entstehung in der Wetterlampe selbst, in deren Beschaffenheit und Behandlung gefunden haben. Von den letzteren kommen²⁾:

- 2% auf Netzerglühen,
- 12 - - Flammendurchschlagen,
- 4 - - Lampenmängel,
- 3 - - Beschädigung und Zertrümmerung der Lampe,
- 6 - - nicht bestimmt ermittelte Ursachen*).

*) Anmerkung. Von der Gesamtzahl der beim Steinkohlenbergbau Preußens zu Tode Gekommenen bilden die durch schlagende Wetter Verunglückten im Durchschnitt der Jahre 1852 bis 1884 nur 12,54%, aber für die letzten 4 Jahre 1881 bis 1884 schon 16,14%, wogegen dieses Verhältnis sich ermittelt beim Steinkohlenbergbau

Österreichs	(1875 — 80) bis zu 13,35 %
Belgiens	(1871 — 79) - - 18,99 -
Frankreichs	(1871 — 80) - - 22,34 -
Großbritanniens	(1871 — 80) - - 23,67 -

Ferner kommen Verunglückungen in schlagenden Wettern in

	auf je 1 Million t Kohlenförderung	auf je 1000 Arbeiter jährlich
Preußen	(1852 — 84) bis 1,61 %	0,355 %
Österreich	(1875 — 79) - 1,99 -	0,281 -
Belgien	(1871 — 79) - 3,19 -	0,429 -
Frankreich	(1871 — 80) - 3,06 -	0,495 -
Großbritannien	(1871 — 80) - 2,02 -	0,557 -

Hauptbericht der preuß. Schlagwetterkommission, erste Hälfte, Berlin 1886.)

Die erste Wetterlampe wurde im Jahre 1815 von dem Engländer Davy erfunden und zwar auf Grund der von ihm ermittelten Thatsache, daß brennende Gase, welche sich an dem einen Ende von Metallröhrchen oder innerhalb eines Drahtgewebes befinden, die Entzündung eine Zeitlang nicht durch das Metall fortpflanzen, weil letzteres die Wärme schnell ableitet.

Befindet man sich also mit einer, von einem feinen Drahtgewebe umschlossenen Flamme in schlagenden Wettern, so wird innerhalb des Drahtgewebes, bzw. der Wetterlampe, eine Entzündung der Wetter eintreten, ohne daß sich dieselbe den außerhalb der Lampe befindlichen schlagenden Wettern mitteilt, d. h. so lange die Flamme nicht durchschlägt oder das Gewebe nicht weißglühend wird. Wie viel Grubengas die Luft enthalten muß, um das Vorhandensein desselben durch die Flamme der Wetterlampe beobachten zu können, und wie sich die Erscheinung bei wachsender Gasmenge ändert, ist bereits beim Abprobieren der Wetter (§ 21) erwähnt.

1) Glückauf. Essen 1886. Nr. 88 (Über Sicherheitslampen, von Nonne).

2) Technische Blätter. 1886. XVIII. S. 92.

Mit diesem Warnungszeichen ist aber, wie schon erwähnt, der Zweck der Wetterlampe erfüllt, darüber hinaus bietet sie durchaus keine Sicherheit mehr.

§ 128. **Allgemeine Grundsätze**¹⁾. — 1. Da die Entwicklung der Schlagwetter örtlich und zeitlich außerordentlich verschieden ist, so ist auf allen Schlagwettergruben der Gebrauch des offenen Grubenlichtes neben der Wetterlampe unstatthaft und die obligatorische, sowie ausschließliche Anwendung der Wetterlampe vorzuschreiben.

2. Der Gebrauch offener Lichter ist innerhalb des einziehenden frischen Wetterstromes auf Schächte und Füllörter zu beschränken.

3. Das Wiederanzünden erloschener Lampen im geöffneten Zustande darf auf allen Schlagwettergruben nur in der Lampenstube über Tage oder an besonders dazu bestimmten, beständig beaufsichtigten Lampenstationen in der Grube vorgenommen werden.

4. Die Sicherheit einer Lampe ist um so größer, je weniger leicht sie erlischt.

5. Die Hauptaufgabe einer Wetterlampe ist die Entwicklung einer ausreichenden Leuchtkraft während der ganzen Schichtdauer. Mit dieser Eigenschaft ist die Sicherheit

a) gegen das Durchschlagen, d. h. die Fortpflanzung innerer Explosionen nach außen im ruhenden explosiven Gemisch,

b) gegen das Durchblasen, d. h. gegen das mechanische Heraustreiben der Flammen bei bewegten Wetterströmen,

sowie die Möglichkeit, gefahrdrohende Ansammlungen von Schlagwettern mit Leichtigkeit zu entdecken, zu verbinden.

Die geringste Leuchtkraft haben die Lampen, bei welchen die Flamme von einem vollen Drahtcylinder umgeben ist, allerdings absorbieren die besten Gläser, welche an Stelle des unteren Korbteiles gesetzt sind, auch immer noch 16 0/0 der Leuchtkraft. Mineralische Öle brennen heller, als Rüböl und verrußen die Glaszylinder weniger.

Gegen das Durchschlagen bieten diejenigen Lampen die größte Sicherheit, bei welchen die meisten qcm Drahtnetzoberfläche auf 1 ccm Lampeninhalt entfallen, denn ein geringer Kubikinhalt des Lampeninnern vermindert die Heftigkeit der Explosionen innerhalb der Lampe, während eine große wirksame Drahtnetzoberfläche bei der dann möglichen ausreichenden Abkühlung der Gase das Durchschlagen der Flamme verhindert. — Drahtnetze, welche durch Ruß und Kohlenstaub verunreinigt sind, befördern das Erglühen des Korbes und das Durchschlagen der Flamme.

Schwingende Bewegung der Lampe oder starker Luftzug veranlassen ein einseitiges Erglühen des Drahtkorbes und, sobald dasselbe eine genügende Höhe erreicht hat, das Durchblasen der Flamme. In dieser Hinsicht ist der untere Teil des Korbes am meisten gefährdet, während bei 60 bis

1) Glückauf. Essen 1886. Nr. 72.

80 mm¹⁾ über dem Boden der Lampe und darüber hinaus die Entzündung nie nach außen getragen wird — Zündhöhengrenze —, wohl schon deshalb, weil hier und höher nur Verbrennungsprodukte austreten und die Wetter verdünnt sind.

Die Fähigkeit des Durchblasens nimmt ab mit der Dicke des Drahtes und wächst mit der Weite der Maschen. Nach den Resultaten der Versuche, welche die preußische Wetterkommission veranlaßt hat, wird ein Draht von 0,37 bis 0,42 mm Stärke und eine Maschenzahl von 121 bis 144 für 1 qcm empfohlen.

Ein um den Drahtkorb gelegter Schutzmantel erhöht die Sicherheit gegen das Durchblasen sehr bedeutend.

Die größte Gefahr gegen das Durchblasen ist dann vorhanden, wenn geneigte Wetterströme auf die Lampe einwirken, oder wenn wirbelartige Strömungen mit wechselndem Gasgehalt mit der Flamme in Berührung kommen.

6. Das Gewicht der leeren Lampe soll 1,2 kg, die Höhe 250 mm nicht übersteigen.

§ 129. **Luftzuführung.** — Nach den Ermittlungen der Preußischen Wetterkommission ist die Luftzuführung von unten überhaupt zu verwerfen. Der Hauptzweck dieser Einrichtung, ein helleres Brennen zu bewirken, wird nicht erreicht, weil sich die Luftlöcher leicht verstopfen. Außerdem hat sich ergeben, daß in derartigen Lampen größere Ansammlung von schlagenden Wettern stattfindet, als in solchen mit Luftzuführung von oben, weil der innere Raum der letzteren zum Teil mit Verbrennungsprodukten erfüllt ist. Die Explosion der schlagenden Wetter ist deshalb innerhalb der westfälischen Lampen so heftig, daß der Glascylinder leicht zertrümmert wird und daß dadurch größere Explosionen veranlaßt werden. Außerdem ist ermittelt, daß die Lampen mit Luftzuführung von unten sehr leicht ein Durchschlagen der Flamme gestatten.

Die sächsische Wetterkommission vom Jahre 1884 ist in Bezug auf die Luftzuführung von unten entgegengesetzter Ansicht und zwar auf Grund der Betrachtungen, welche sich bei Vergleich der, sowohl mit oberer, wie unterer Luftzuführung konstruierten Wolf'schen Benzinlampe (§ 141) ergeben haben. Danach tritt bei der Luftzuführung von unten die Luft frisch und kühl zu und wird erwärmt, die Verbrennungsgase treten ohne wesentliche Richtungsveränderungen empor, die Flamme bleibt in schlagwetterfreier Luft straff und ruhig, bei Anwesenheit von Grubengas indiziert die Lampe empfindlich, auch erlischt sie früh und verläßlich im stärkeren Schlagwettergemisch ohne Bildung bleibender Aureolen. Auch gestatten derlei Lampen größeres Neigen ohne Erlöschen.

Einen Teil der gegen die Luftzuführung von unten erhobenen Bedenken hat man dadurch zu beseitigen gesucht, daß man den durchlochten Siebring inwendig mit einem Drahtsiebe bedeckt hat.

1) Technische Blätter. 1886. XVIII. S. 93. — Glückauf. Essen 1886. Nr. 72.

§ 130. **Lampe von Davy.** — Die Davy'sche Wetterlampe besteht aus einem Ölbehälter von Weißblech, dessen Deckel eine messingene Scheibe mit runder Öffnung ist. Durch letztere geht die Tülle für einen flachen Docht, neben welcher, in einer Röhre eingeschlossen, der zum Putzen des Dochtes dienende Haken liegt.

Auf dem Ölgefäße ist ein Ring aufgeschraubt, welcher das aus 4 bis 5 Stangen bestehende, oben durch eine Scheibe abgeschlossene Gestell trägt.

Gleichfalls in diesem Ringe ist ein Cylinder von Drahtgewebe mit 144 Maschen für 1 qcm befestigt. Die Dicke des Drahtes beträgt 0,98 mm, der Durchmesser der Löcher 0,56 mm. Von der Oberfläche bestehen $\frac{5}{9}$ aus Draht, $\frac{4}{9}$ aus Öffnungen.

Der oberste Teil des eisernen Drahtcylinders besteht aus ebenso fein gelochtem Kupferbleche, welches der Zerstörung durch die heißen Verbrennungsgase weniger ausgesetzt ist.

Der Verschluß der Lampe geschieht meistens durch eine Schraube, selten durch Vorhängeschlösser.

Die Davy'sche Lampe hat folgende Mängel ¹⁾:

1. geringe Helligkeit;
2. bei starkem Luftzuge wird der Drahtkorb an einer Stelle glühend, und die Flamme schlägt leicht durch;
3. die Arbeiter können zum Anzünden der Tabakspfeife die Flamme durch den Drahtcylinder ziehen.

Um den ersten Nachteil zu beseitigen, hat man im Innern der Lampen Reflektoren, Linsen u. s. w. angebracht (Newman'sche Lampe) ²⁾, was sich aber nicht bewährt hat, weil dieselben sehr bald beschlagen und sich mit Ruß bedecken.

Trotz dieser Übelstände wird die Davy'sche Lampe in ruhigen Wettern noch vielfach angewendet, besonders in England seitens der Häuer. Überall jedoch gebrauchte man bis vor kurzem die Davy-Lampe zum Abprobieren der Wetter, weil sie leicht ist und die Wetter besser anzeigt, als Lampen mit Glaszylinder, vergl. § 21.

§ 131. **Verbesserungen der Davy-Lampe.** — Dauernd eingeführte Änderungen und Verbesserungen an der Davy-Lampe, welche auch die weiter unten beschriebenen Lampen charakterisieren, sind folgende:

1. Ersetzen des unteren Teiles vom Drahtgewebe durch einen Glaszylinder, wodurch aber wieder
2. eine Änderung in der Zuführung der Luft geboten war. Dieselbe tritt entweder von unten oder vom oberen Rande des Glaszylinders her, oder endlich von unten und oben ein.
3. Abführung der Verbrennungsprodukte durch einen besonderen Schornstein.

¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1862. Bd. 10. S. 51.

²⁾ Karsten's Archiv f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. Heft 1. S. 173.

4. Ersetzen des flachen Dochtes durch einen runden.

§ 132. **Die Lampe von Upton und Roberts**¹⁾. — Der Drahtcylinder ist auf $\frac{2}{3}$ der Höhe mit einem Glaszylinder, das obere Drittel mit einem Kupferdrahtcylinder umgeben. Unter dem Glaszylinder sind am Ölbehälter feine Löcher zur Zuführung der Luft angebracht, welche noch durch einen über den Docht gesetzten Kegel zusammengehalten und der Flamme zugeführt wird. Die blanke Oberfläche des Kegels bewirkt eine Reflexion des nach unten fallenden Lichtes, trotzdem steht diese Lampe der Davy'schen an Leuchtkraft nach, verhindert aber das Durchschlagen der Flamme.

§ 133. Bei der **Lampe von Clanny**²⁾ ist der untere Teil des Drahtgewebes durch einen Glaszylinder von 78 mm Höhe ersetzt. Die Luft tritt durch den Drahtkorb, also von oben, zur Lichtflamme. Die Lampe hat den Nachteil, daß die Ausstrahlungsfläche des Drahtkorbes im Verhältnis zum Gesamtinhalt der Lampe zu gering ist.

Der Clanny'schen ganz ähnlich ist die in Belgien und Saarbrücken gebrauchte Boty'sche Lampe.

§ 134. **Die westfälische Lampe** (Fig. 824) ist eine Clanny'sche, jedoch mit der Abänderung, daß der konische Kupferring, welcher das Glas mit dem Ölbehälter verbindet, entweder mit drei Reihen kleiner Löcher, oder mit, durch ein feines Drahtnetz bedeckten größeren Löchern versehen ist, so daß die Verbrennungsluft auch von unten eintreten kann. Der obere Deckel des Ölgefäßes hat eine konvexe Gestalt, um, wie bei der Lampe von Upton und Roberts, die Leuchtkraft durch Reflexion des nach unten fallenden Lichtes zu verstärken.

Meistens haben diese Lampen Gewebe von 120 bis 144 Maschen für 1 qcm, aus Draht von $\frac{1}{3}$ mm Stärke. Das Drahtnetz hat gewöhnlich einen Durchmesser von 40 mm und eine Höhe von 92 mm, das Glas dagegen 53 mm Höhe und 5 mm Dicke. Der Docht ist flach. Wegen der Luftzuführung von unten (§ 129), sowie wegen der geringen Ausstrahlungsfläche (§ 128) ist die westfälische Lampe eine der unvollkommensten.

§ 135. **Die Lampe von Stephenson**³⁾ hat, wie diejenige von Upton und Roberts, einen Glaszylinder im Inneren des Gewebes, welches von unten bis oben reicht. Luftzuführung findet von unten statt.

Bei der Lampe von Stephenson Protector (England) sind die Luftlöcher unten weggelassen; die Luft findet Zutritt zur Flamme durch Absteigen zwischen Glas und Gewebe. Beide Lampen haben runde Dochte.

§ 136. **Die Lampe von Müseler**⁴⁾ hat einen konischen Schornstein zur Abführung der Verbrennungsgase, welcher durch eine zwischen Glas und Drahtkorb angebrachte Scheibe aus Drahtgewebe geht. Durch die Scheibe tritt die Luft zu.

Finden im Glaszylinder Explosionen statt, so sammelt sich Kohlensäure an und löscht die Flamme aus. Dasselbe geschieht bei schräger Stellung

1) Ponson, a. a. O. II. S. 275. — 2) Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3. S. 63; 1862. Bd. 10. S. 54. — 3) Ebenda. 1862. Bd. 10. S. 54. — 4) Ponson, a. a. O. II. p. 284.

der Lampe, weil die Kohlensäure ihrer Schwere wegen nicht rasch genug entweichen kann.

Im allgemeinen haben die neueren Untersuchungen der Wetterkommissionen in den verschiedenen Ländern ergeben, daß die Müsseler Lampe sowohl hinsichtlich der Leuchtkraft und des Durchschlagens, als auch in bezug auf das Erkennen der schlagenden Wetter eine der besten ist. In Belgien ist durch kgl. Verordnung vom 28. April 1884 ihr ausschließlicher Gebrauch vorgeschrieben.

§ 137. **Lampe von Marsaut**¹⁾. — Die von Marsaut zu Bessèges in Frankreich konstruierte Wetterlampe (Fig. 828) unterscheidet sich von der Müsseler-Lampe im wesentlichen darin:

1. daß der Kamin und das horizontale Drahtnetz der Müsseler-Lampe durch einen inneren Drahtkorb ersetzt ist,

2. daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Fassungsraume der Lampe und der Oberfläche des Drahtkorbes eingehalten ist,

3. daß ein Blechschutzmantel äußere Beschädigungen und ein Beschmutzen des Drahtkorbes verhindert, sowie die Einwirkung seitlicher Luftströme nahezu vollständig aufhebt, damit ein Durchschlagen der im Inneren der Lampe brennenden Wetter verhindert und ein Erlöschen der Lampe bei innerer Explosion, bezw. ruhiger Verbrennung erleichtert, und daß

4. die Zuführung der Verbrennungsluft durch sechs horizontale Schlitze von 27 auf 3 mm Weite am unteren Ende des Blechmantels und zwar so geregelt ist, daß die Luft gegen den unteren geschlossenen Ring des Drahtnetzes stößt und gezwungen ist, aufzusteigen, so daß jeder horizontale Luftzug gebrochen ist, während die Verbrennungsprodukte durch rundliche Öffnungen am oberen Ende des Schutzmantels abziehen.

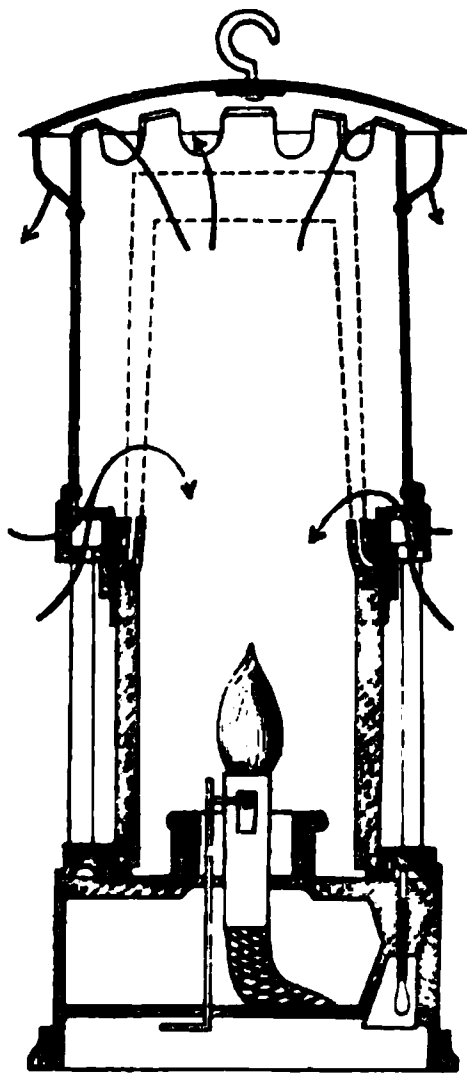


Fig. 828. Lampe von Marsaut.

Der Inhalt der ganzen Lampe beträgt im Mittel rund 200 ccm bei einer Umfangsfläche von 135 qcm des äußeren, 105 qcm des inneren Drahtkorbes, zusammen also 240 qcm. Bei den gebräuchlichen Lampen kommen auf 100 qcm ausstrahlende Umfangsfläche des Drahtkorbes an Kubikinhalte:

Bei der Davy - Lampe für Feuermänner	45 ccm
- - - - -	in Newcastle	48 -
- - Marsaut- -	Quadratfläche beider Körbe . .	83 -
- - - - -	- des äußeren Korbes	148 -
- - - - -	- - inneren -	190 -

1) Étude sur la lampe de sûreté des mineurs, par J.-B. Marsaut. Alais 1883.

Bei der Clanny-Lampe	206 ccm
- - Müseler - (englisch)	206 -
- - - - (belgisch)	215 -
- - westfälischen Lampe	220 -
- - Boty-Lampe (Saarbrücken)	235 -

Hiernach nimmt in dieser Beziehung die Marsaut-Lampe nach der Davy-Lampe die erste Stelle ein, was sehr wichtig ist, denn einerseits verändert sich die Gefahr des Erglühens mit der Größe der Ausstrahlungsfläche, andererseits wird durch einen möglichst geringen Kubikinhalt der Lampe die Heftigkeit einer Explosion im Inneren derselben und damit die Möglichkeit des Durchschlagens der Flamme wesentlich herabgemindert. Übrigens ist für dieses Verhältnis in der wünschenswerten Leuchtkraft eine Grenze gezogen, weil dieselbe mit dem Inhalte der Lampe bei bestimmter Ausstrahlungsfläche wächst. Der Marsaut-Lampe wird allgemein der Vorzug zuerkannt, daß sie auch bei starken Wetterströmen die Explosion nicht nach außen fortpflanzt und daß sie in dieser Beziehung alle bis jetzt gebrauchten Lampenkonstruktionen an Sicherheit übertrifft.

Diesen Vorzügen stehen manche Nachteile gegenüber. Zuerst verliert die Marsaut-Lampe durch den fest damit verbundenen Schutzmantel den wertvollen Charakter eines Indikators fast vollständig; auch wird dadurch die Beobachtung der Drahtkörbe erschwert und das Gewicht der ohnehin schon ziemlich schweren Lampe erhöht.

Mehr Bedenken erregt das bei der Marsaut-Lampe durchgeführte Prinzip des selbstthätigen Erlöschens in einer explosibelen Atmosphäre, weil damit die Gefahr heraufbeschworen wird, daß die Arbeiter solche Lampen öffnen und wieder anzünden. Auch wird damit das Vordringen in schlagenden Wettern erschwert.

Ferner besteht die Marsaut-Lampe aus einer großen Zahl (13) Teile, deren tägliche Revision und Reinigung praktische Schwierigkeiten hat, auch ist sie schwerer und teurer, als die sonst gebräuchlichen Lampen.

§ 138. **Wienpahl's Wetterlampe** (D. R. P. Nr. 34 694). — Diese genau nach den Bestimmungen der preußischen Schlagwetterkommission angefertigte Lampe besitzt nach den Versuchen im Wetterlaboratorium zu Bochum eine hohe Leuchtkraft (0,98 % einer Normalkerze), was dadurch erreicht ist, daß bei größerer Dimension des Glaszylinders und Drahtkorbes der Flamme mehr Sauerstoff zugeführt wird. Das Licht ist außerdem ruhig und das Ver-
rußen der Lampe beseitigt.

Um ferner das Eindringen von Gasen zwischen Drahtkorb und Glaszylinder zu vermeiden, ist die Lampe so abgepaßt, daß nur Cylinder von 65 mm Höhe gebraucht werden können. Sollte später ein Cylinder eingesetzt werden, welcher diese Höhe nicht hat, so ist dieser Mangel durch eine genau passende Scheibe, welche auf den Korbring gelegt wird, auszugleichen.

Der anfänglich angewendete Verschuß, bei welchem ein Stift nur durch

Anwendung eines momentanen Luftdruckes von 3 Atm. Spannung zurückgezogen werden konnte, hat sich auf die Dauer nicht bewährt und ist durch einen Plombenverschluß ersetzt.

§ 139. **Die Lampe von Herold** hat, wie die Clanny'sche, Glas und Drahtkorb, nur findet die Luftzuführung durch den gelochten oberen Rand des Ölgefäßes statt, auf welchen aber noch ein Drahtgeflecht gelegt ist. Das letztere ist, ebenso wie bei der westfälischen Lampe, mit einem Metallkegel überdeckt.

Die Herold'sche Lampe brennt heller und zeigt das Auftreten schlagender Wetter früher an, als die Müsseler'sche, sie hat aber mit der westfälischen Lampe den Übelstand gemein, daß die Luftlöcher sich leicht verstopfen.

§ 140. **Die Protector-Lampen** (England) werden mit mineralischen Ölen gespeist. Die betreffende Vorrichtung ist bei allen älteren Lampen angebracht, so daß es giebt: Davy Protector, Clanny Protector, Müsseler Protector u. s. w. Sie geben helleres Licht, haben aber dennoch keine vollkommene Verbrennung und verderben die Wetter.

§ 141. **Wolf's Benzinlampe.** — Von Wolf in Zwickau ist eine Lampe für Benzinbrand konstruiert. Dieselbe hat nach Versuchen auf der Grube Dudweiler bei Saarbrücken¹⁾ eine um etwa $\frac{3}{5}$ höhere Leuchtkraft, als die Müsseler-Lampe mit Rübölbrand und je nach der angewendeten Benzinsorte nach Versuchen im Bochumer Wetterlaboratorium eine Lichtstärke von 0,80 bis 1,10 Normalkerzen²⁾.

Im Ölbehälter befindet sich Watte und es darf nicht mehr Benzin aufgegossen werden, als die Watte aufzusaugen vermag. Während die ersten Wolf'schen Lampen nur Luftzuführung von oben hatten, sind dieselben später außerdem mit solcher von unten versehen (vergl. § 129).

Die Wolf'sche Lampe hat außer der hohen Leuchtkraft den Vorteil, daß die Notwendigkeit fortfällt, den Docht zu putzen; auch ist Benzinbrand billiger, als Rübölbrand; die Lampe brennt in matten Wettern besser, als die Rüböllampen, verrußt auch weniger, als die letzteren und endlich zeigt sie schon $\frac{1}{2}$ % Grubengas an³⁾.

Neben diesen bedeutenden Vorzügen hat die Wolf'sche Lampe jedoch auch ihre Nachteile. Zunächst erlischt sie sehr leicht, nicht so sehr durch starken Wetterzug, als durch Erschütterungen und Stöße von mäßiger Stärke, welche entweder die Luft, z. B. durch einen Schuß, oder die Lampe selbst treffen.

Um diesen Übelstand zu beseitigen, hat der Patentinhaber eine, dem bekannten Benzinfeuerzeuge entsprechende Vorrichtung angebracht, mit welcher die Lampe im verschlossenen Zustande angezündet werden kann.

1) Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 305.

2) Vergl. Dr. Brookmann, Über Benzin und Benzin-Sicherheitslampen in Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 320. — Glückauf. Essen 1885. Nr. 73.

3) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 243.

Bei Versuchen im Wetterlaboratorium zu Bochum¹⁾ zeigte sich anfänglich nach dreimaligem Gebrauche des Feuerzeuges eine Verminderung der Leuchtkraft durch Beschlagen des Glaszylinders von 1,1 auf 0,6, später bei Anwendung von sehr reinem Benzin und sorgfältig zubereiteten Zündpillen von 1,05 auf 0,85. Am stärksten beschlägt der Glaszylinder bei Anwendung von schwersiedendem Benzin.

Ein anderer Übelstand, über welchen vielfach Klage geführt ist, sind die Benzingase, welche der Lampe unverbrannt entströmen, den Arbeitern Kopfschmerzen verursachen und, da es leichte Kohlenwasserstoffe sind, die Schlagwetter vermehren. Dr. Brookmann macht darauf aufmerksam, daß dieser Übelstand zu vermeiden ist, wenn man nicht Benzin mit vielen leichtflüchtigen Bestandteilen verwendet, ein Benzin soll deshalb keine Bestandteile enthalten, welche unter 60° sieden und keine solchen, welche nach dem Erlöschen der Lampe im Benzinbehälter zurückbleiben, durch Undichtigkeiten in die Lampe gelangen und sich von da den Wettern beimengen. Da jedoch andererseits ein schwersiedendes Benzin nicht allein die Watte verschmiert und das Beschlagen des Glaszylinders befördert, sondern auch an und für sich eine geringe Leuchtkraft hat — die größte, nämlich 1,15 Normalkerzen, haben diejenigen Gase, welche bei 65 bis 70° C. flüchtig werden²⁾, so ist die sorgfältige Auswahl einer passenden Benzinsorte durch Versuche mit 1½-stündiger Brennzeit sehr wichtig.

Bei den im Jahre 1884 fortgesetzten Versuchen³⁾ auf der fiskalischen Grube Dudweiler bei Saarbrücken ergab sich außerdem, daß neben den hohen Anschaffungskosten von 9 Mark gegenüber 3,50 Mark für die gewöhnliche Saarbrücker Lampe und trotz des billigeren Benzinbrandes (auf 1 Schicht 3,3 Pfg. für Benzin gegen 4,6 Pfg. für Rüböl, vergl. § 150) doch die Gesamtkosten der Wolf'schen Lampe für 1 Schicht 12, die der Saarbrücker Lampe nur 9 Pfg. betrugen, weil das Reinigen und Füllen der ersteren bei ihrer komplizierteren Konstruktion einen Mehraufwand von 5,5 — 3 = 2,5 Pfg., ferner die Reparatur und der Ersatz einzelner Teile bei der Wolf'schen Lampe einen solchen von 3,2 — 1,4 = 1,8 Pfg. veranlaßten.

§ 142. Andere Konstruktionen. — Von anderen Konstruktionen sind zu nennen:

Die Lampen von Rabe⁴⁾, Combes⁵⁾, Dusmenil⁶⁾, Eckhardt und Lauten in Hörde⁷⁾, Morison⁸⁾, Evan Thomas, Gray⁹⁾ (die Stangen

1) Dr. Brookmann, a. a. O. S. 321.

2) Ebenda. S. 323.

3) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 243.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. Nr. 44.

5) Ponson, a. a. O. II. p. 286.

6) Karsten's Archiv. 1842. Bd. 16. S. 205.

7) Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17. S. 85.

8) Berggeist. 1869. Nr. 77. Beilage.

9) Polyt. Zentralbl. 1869. S. 640. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1869. Nr. 42. — Engineering. 1886. p. 295.

des Gestelles sind hohl und dienen zur Luftzuführung]; ferner die Lampe von Reuland in Dortmund ¹⁾, eine bei Explosionen durch Abschmelzen eines Drahtes und Herabfallen einer daran hängenden Glocke, sowie auch beim Öffnen erlöschende Lampe, welche sich auf der Glückhilfsgrube in ²⁾Niederschlesien gut bewährt haben soll ²⁾, die Lampe von Heinbach ³⁾, auf dem Thunfeldschachte bei Steierdorf mit Erfolg benutzt ⁴⁾, endlich die Lampe von Plimsoll ⁵⁾.

§ 143. Trouvé's tragbare elektrische Wetterlampe ⁶⁾. — Die Trouvé'sche Lampe ist eine kleine Edison'sche Glühlampe, bei welcher die Batterie (doppelt chromsaures Kali) und die Lampe selbst ein Ganzes bilden, siehe Fig. 829 und 830, so daß keine Gefahr durch Überspringen von Funken

Fig. 829.

Trouvé's tragbare elektrische Wetterlampe.

Fig. 830.

entstehen kann, wie bei der älteren Lampe von Dumas und Benoît, welche mit der, auf dem Rücken zu tragenden Elektrizitätsquelle durch Drähte verbunden war.

Die Trouvé'sche Lampe besteht aus einem, die Batterie enthaltenden Ebenholzcylinder *C* und dem Metallbeschlage *D* mit Boden *E*. Am Cylinder

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 78.

2) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 388.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1868. S. 6.

4) Ebenda. 1867. S. 143 u. 149. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. Nr. 86.

5) Berggeist. 1872. Nr. 62. — Österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1872. S. 411 ff.

6) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1885. S. 305, 512.

C befindet sich die Handhabe *F*, der Deckel *H* mit den Polen der Batterie und die, durch Metallstäbe geschützte Lampe. Sobald der Apparat auf den Boden gesetzt wird, erhebt sich der Deckel, siehe Fig. 829, die Verbindung der Elektroden mit der Flüssigkeit wird aufgehoben und die Lampe erlischt; während sie sofort wieder leuchtet, wenn der Deckel *H* eingesenkt wird, siehe Fig. 830. Je nach der Tiefe, bis zu welcher letzteres geschieht, brennt die Lampe ganz schwach bis zu fünf Kerzenstärken. Mit einer Kerzenstärke soll sie 12 Stunden aushalten. An der Lampe sind ferner Stützen angebracht, welche ein Umfallen verhüten sollen.

Der Preis dieser Lampen, welche für vorübergehende Zwecke, z. B. Verdämmungs- oder Rettungsarbeiten in schlagenden Wettern bestimmt sind, beträgt 50 bis 60 fr.

§ 144. **Verschluss der Wetterlampen.** — Der Verschluss der Wetterlampen soll derart sein, daß der Ölbehälter mit der brennenden Flamme von dem Oberteile nicht willkürlich gelöst werden kann, weil dadurch in schlagenden Wettern sofort eine Explosion verursacht werden würde. Diese Aufgabe ist noch nicht vollständig gelöst, obgleich einige neuere Konstruktionen der Lösung sehr nahe kommen.

Früher bediente man sich zum Verschlusse gewöhnlich einer Schraubenspindel, welche in eine, durch Ölbehälter und Gestellring hindurchgehende Schraubenmutter eingedreht wird. Da diese letztere Einrichtung dem eben erwähnten Zwecke in keiner Weise entspricht, so hat man in Westfalen auf mehreren Zechen, zuerst auf Westfalia bei Dortmund,

§ 145. **Schroeder's Patentverschluss** angewendet. Derselbe läßt sich leicht bei allen Lampen anbringen und besteht darin, daß man um den Ölbehälter und den unteren Ring des Gestelles je einen, mit einem vorstehenden gebohrten Verbindungsstücke versehenen Bügel *aa*, legt (Fig. 831) und die Verbindungsstücke mit Blei vernietet. Der betreffende Nietstempel trägt ein Zeichen, welches häufig und beliebig gewechselt werden kann. Der horizontale Schlitz zwischen den Verbindungsstücken ist so eng, daß das Niet nur mit einer feinen Säge zu öffnen ist.

In 1 Minute lassen sich 10 Lampen vernieten.

Eine von Schroeder selbst konstruierte Lampe hat am Ölbehälter kein Schraubengewinde, die Verbindung desselben mit dem Ringe des Ge-

Fig. 831.
Wetterlampe mit Schroeder-
ischem Verschlusse.

stelles wird vielmehr durch einen konischen Sitz hergestellt, wodurch die Lampe haltbarer wird und sich weit rascher öffnen und schließen läßt.

Die Kosten der Umänderung aller Lampen in solche mit Schroeder'schem Patentverschlusse betragen (bei Gustav Noß in Dortmund) 2 M.; eine Garnitur von Apparaten zum Vernieten und Öffnen kostet 130 M. Auch von Seippel in Bochum wird ein Plombenverschluß empfohlen.

Wenngleich das Öffnen einer solchen Lampe dem Arbeiter nicht unmöglich gemacht ist, so würde ein Thäter doch wenigstens sofort ermittelt sein, weil kein Unbefugter die Lampe wieder verschließen kann und weil sich an jeder Lampe die Arbeitsnummer des Inhabers befindet.

§ 146. **Magnetischer Verschluß.** — Der Verschluß von Dr. Schondorff¹⁾ wird in zweierlei Weise in Vorschlag gebracht.

Der eine, auf Grube Heinitz bei Saarbrücken eingeführte, durch einen einfachen Stift *D* bewirkte Verschluß ist durch die Fig. 833 und 834 dargestellt. Nachdem der Stift mit dem, durch die Öffnung *o* (Fig. 832 und 833) gehenden Draht *g* gehoben ist, schlägt der, auch hier durch eine Feder *c* angedrückte Hebel *B* vor und versperrt dem Stifte den Rückweg. Beim Zurückziehen des Hebels durch einen Magneten kann man den Stift herunterdrücken und den Verschluß lösen.

Druckschraube oder Stift greifen entweder in eine, durch Vorsprünge unterbrochene Rinne *R* (Fig. 833) oder in besonders dazu gebohrte Löcher *L*, welche sich in dem Schraubenringe *M* befinden.



Fig. 832.

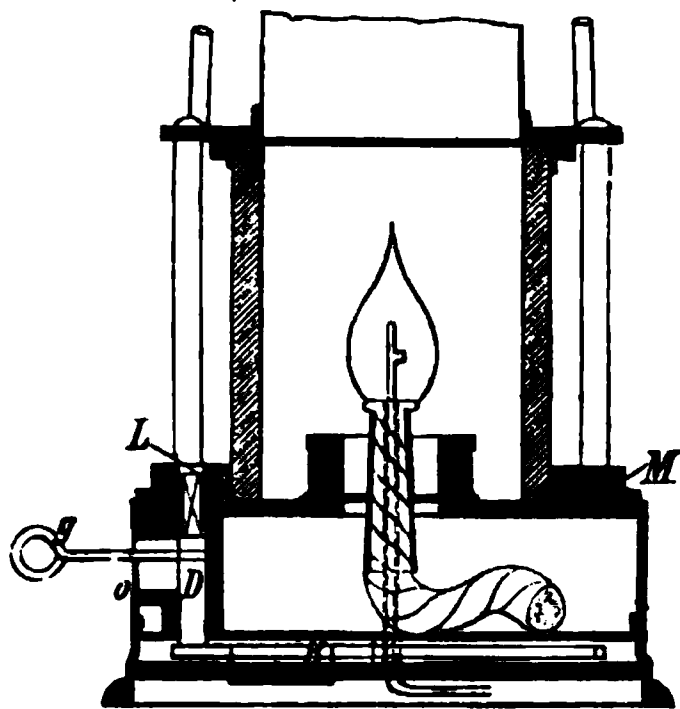


Fig. 833.

Magnetischer Verschluß von Dr. Schondorff.

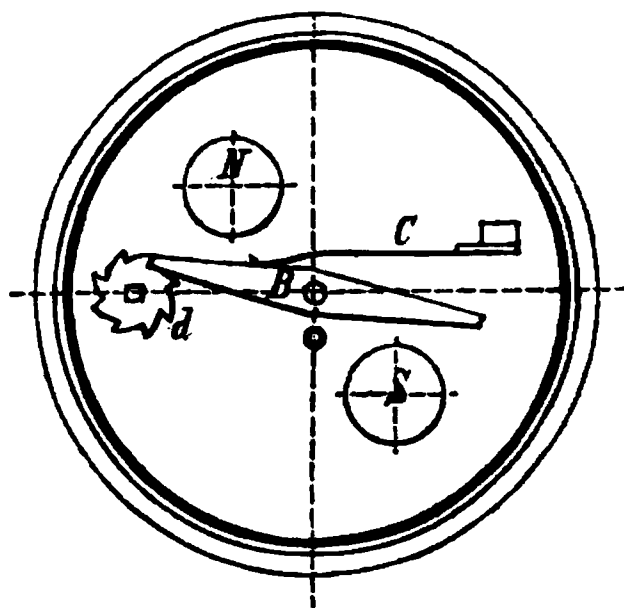


Fig. 834.

In 1 Minute können in der Lampenstube zum Zwecke des Füllens bequem 10 Lampen geöffnet und verschlossen werden. Der Preis der Lampe stellt sich auf 5,10 Mk.

Ein anderer magnetischer Verschluß ist von Wolf (Friemann & Wolf in Zwickau) an der in § 144 beschriebenen, mit Benzin gespeisten Wetter-

1) Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 253, 254.

lampe angebracht. Die neueste Konstruktion dieses Verschlusses ist in Fig. 835 dargestellt. In dem Gestellring, welcher auf den Benzinbehälter geschraubt wird, befindet sich ein, um ein Niet drehbarer Anker a , welcher durch die Feder f derart gegen das Gewinde des Benzinbehälters gedrückt wird, daß das eine Ende e des Ankers in eine derjenigen Vertiefungen greift, welche im Gewinde des Benzinbehälters angebracht sind. Da jede dieser Vertiefungen einen geraden und einen schrägen Stoß hat, so gleitet die Spitze e beim Zuschrauben über die Vertiefungen hinweg, stemmt sich aber bei der entgegengesetzten Bewegung gegen den geraden Stoß der Vertiefung und verhindert damit das Öffnen der Lampe, welches nur mit Hilfe des in der Lampenstube befindlichen Hufeisenmagneten möglich ist.

Der Schlitz, in welchem sich der Anker a befindet, ist nach außen durch eine fest vernietete Metallplatte p verschlossen. Setzt man nun die Lampe auf einen, am Hufeisenmagneten angebrachten Teller, so legt sich die Platte p gegen die Pole des Magneten und die Spitze e wird angezogen. Indem man nun



Fig. 835. Wolf's magnetischer Verschuß.

das Gestelle der Lampe mit einer Hand festhält, kann man mit der anderen Hand den Benzinbehälter losschrauben.

Übrigens ist auf der Grube Dudweiler bei Saarbrücken bestätigt, daß auch der Wolf'sche Verschuß den Öffnungsversuchen der Bergleute auf die Dauer nicht widerstanden hat¹⁾.

Bei der Rabe'schen Wetterlampe²⁾ sind die Konstruktionsteile für den magnetischen Verschuß auf dem Ölbehälter angebracht, so daß dieselben leicht kontrolliert und gereinigt werden können.

§ 147. **Andere Verschlüsse.** — Man hat sich auch vielfach bemüht, die Lampen so zu konstruieren, daß sich beim Öffnen gleichzeitig der Docht zurück schiebt und damit erlischt. Es haben diese Bemühungen aber wenig praktischen Wert, weil derjenige, welcher sich nicht scheut, die Lampe vorschriftswidrig zu öffnen, auch Mittel finden wird, dieselbe wieder anzuzünden.

§ 148. **Wartung der Wetterlampen.** — Was die Wartung der Wetterlampen anbetrifft, so besteht in den meisten größeren Kohlenrevieren die zweckmäßige Einrichtung, daß solche auf der Grube selbst durch besonders dazu angestellte »Lampenputzer« in Lampenstuben besorgt wird. Dort hängen die Lampen an Gestellen mit numerierten Plätzen. Die Lampe und der

1) Preuß. Zeitschr. 1885. Bd. 33. S. 243.

2) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1885. S. 459. Taf. IX. Fig. 1—11.

Inhaber führen die gleiche Nummer; eine nach der Schicht leer bleibende Nummer in der Lampenstube zeigt an, daß der Inhaber sich noch in der Grube befinden muß, ebenso, wie eine vor der Schicht nicht abgeforderte Lampe sofort erkennen läßt, welcher Arbeiter nicht eingefahren ist. Die Lampen erfüllen somit gleichzeitig den Zweck der Markenkontrolle.

Als Leuchtmaterial wird gut gereinigtes Rüböl verwendet, welches wenig Ruß absetzt, so daß die Maschen nicht leicht verstopft werden und das Glas rein bleibt. Noch besser wird dieses bei der Wolf'schen Wetterlampe (§ 144) durch Anwendung von Benzin erreicht. Das Reinigen der Drahtkörbe geschieht an einzelnen Stellen durch Handbürsten oder mechanische Rundbürsten, sonst aber durch Ausbrennen, am besten über einem flackernden Feuer von Hobelspänen, oder durch Auskochen in einer Lösung von 1 Teil Soda und 7 Teilen Wasser.

Jeder Arbeiter empfängt seine Lampe verschlossen und angezündet; man ist dabei sicherer, daß die Lampe sich in gutem Zustande befindet, als wenn die Arbeiter, wie es vielfach in England geschieht, die Lampen zu Hause selbst reinigen.

In Saarbrücken haben die Obersteiger alle drei Monate eine sorgfältige Revision der Wetterlampen vorzunehmen und über den Befund zu berichten. Auch hat man dort die sehr gute Einrichtung getroffen, daß die Arbeiter, um sie zur besseren Schonung anzuhalten, nicht allein die ihnen gestellten Lampen, sondern auch die Reparaturen und Ergänzungen bezahlen müssen.

§ 149. **Das Anzünden erloschener Wetterlampen** kann vielfach, wie bei denen mit Schroeder'schem oder magnetischem Verschlusse, nur in den Lampenstuben über Tage geschehen; es muß daher eine gewisse Anzahl brennender Reservelampen in der Grube vorrätig sein. Anderenfalls geschieht das Anzünden in der Grube selbst durch die Aufsichtsbeamten an sicheren Stellen. In Saarbrücken hat man zu diesem Zwecke im einziehenden Strome sogenannte ewige Lampen vorrätig.

§ 150. **Schlussbemerkungen.** — So unverantwortlich das unbefugte Öffnen der Lampen von seiten der Arbeiter ist, so darf man nicht übersehen, wie groß die Versuchung dazu besonders dann ist, wenn die Lampe, etwa durch Verstopfen der Luftlöcher, nicht hell genug brennt, und es dem Arbeiter dadurch erschwert wird, sein Gedingelohn zu verdienen. Es wäre deshalb von der größten Wichtigkeit, eine im Wetterzuge nicht erlöschende Wetterlampe zu haben, bei welcher die Verbrennung eine ähnlich vollständige ist, wie bei den hell brennenden und wenig Ruß liefernden Zimmerlampen, möge dieses Ziel nun mit Rüböl, Benzin oder Petroleum zu erreichen sein. Mit einer solchen Lampe, in Verbindung mit einem sicheren Verschlusse, würde eine wesentliche Ursache der vielen beklagenswerten Explosionen von schlagenden Wettern beseitigt sein. Die Wolf'sche Benzinlampe kommt der Lösung dieser Aufgabe bis jetzt am nächsten.

Die preußische Schlagwetterkommission legt außerdem großen Wert darauf, daß das Zuschrauben der Lampen sorgfältig geschieht und daß keine

horizontale ringförmige Öffnung verbleibt, sei es zwischen Glaszylinder und Drahtkorb oder zwischen Glaszylinder und Untergestell. Durch wiederholte Versuche seitens der genannten Kommission im Laboratorium zu Bochum ist festgestellt, daß schon bei geringen Undichtigkeiten durch Fehlenlassen eines halben Gewindes beim Zuschrauben, durch ein unbedeutendes Versetzen des Glaszylinders aus der senkrechten Richtung, oder durch Zwischenlegen eines Papierschnittzels ein sofortiges Durchschlagen der Flamme hervorzubringen war. In England und Belgien sucht man deshalb auch den oberen und unteren Anschluß des Glaszylinders durch stählerne, kupferne oder Gummiringe möglichst vollkommen herzustellen. Auch empfiehlt es sich sehr, daß man, wie es neuerdings in England geschieht, den Glaszylinder mit dem äußeren Gehäuse und mit dem Drahtkorbe durch einen horizontalen Schraubenring verbindet, so daß die Lampe beim Anzünden nur aus zwei fest verbundenen Teilen, nämlich dem Ölbehälter und dem Drahtkorbe nebst Glaszylinder und äußerem Gestelle besteht. Durch diese Einrichtung wird die Entstehung von Zwischenräumen am oberen und unteren Ende des Glaszylinders weit vollständiger vermieden, als bei den bisherigen Einrichtungen.

Nach den Marsaut'schen Versuchen über die Widerstandsfähigkeit der Drahtgewebe gegen das Durchschlagen der Flamme hat sich ergeben, daß sich ein Gewebe aus Draht von 0,27 bzw. 0,24 mm Stärke mit 254 Maschen auf den Quadratcentimeter am besten bewährte. Zu kleine Drahtkörbe und eine plötzliche Verengung derselben befördern das Durchschlagen, so daß die cylindrische Form der Drahtkörbe am zweckmäßigsten erscheint.

Was die Leuchtkraft der Wetterlampen betrifft, so ist dieselbe sogar bei besseren Konstruktionen nur halb so groß, als diejenige offener Grubenlampen, wie sich nach den Versuchen der preußischen Schlagwetterkommission aus folgender Tabelle ergibt:

Anzahl der untersuchten Lampen	Bezeichnung des Systems und des Brennmaterials	Leuchtkraft, Engl. Normal- Spermaceti- (Wallrath) Kerze = 1
5	Müseler-Lampe, gereinigtes Rüböl	0,69
2	Marsaut-Lampe, do.	0,68
4	Wolf-Lampe, Benzin	0,66
9	Clanny-Lampe, gereinigtes Rüböl	0,62
20	Saarbrücker Lampe, do.	0,60
50	Westfälische Lampe mit geschlossenem Ringe, gereinigtes Rüböl	0,59
49	Westfäl. Lampe mit Siebring, gerein. Rüböl	0,56
Sa. 109	Durchschnitt	0,598
	oder rund	0,60
	gegen 1,40 einer offenen Lampe.	

Bei einem und demselben Systeme zeigten sich dabei Verschiedenheiten von 100:277, ein Beweis, wie wenig sorgfältig bei der Fabrikation der Lampen im allgemeinen verfahren wird.

Dazu kommt, daß die ursprüngliche Leuchtkraft durch Beschlagen des Glaszylinders und Verstopfen der Drahtmaschen in der Grube noch wesentlich vermindert wird. So wurde auf der Zeche Hansa die Leuchtkraft zweier Clanny-Lampen nach der Schicht zu 0,37 bestimmt, während sie in gereinigtem Zustande 0,60 betragen mochte. Die Wolf'sche Benzinlampe ergab bei diesen photometrischen Bestimmungen auf der Zeche Westfalia bei sehr stark beschmutzten Exemplaren im Mittel 0,33, bei weniger beschmutzten Lampen dagegen, deren Zustand im allgemeinen als ein normaler zu bezeichnen sein dürfte, 0,72 Leuchtkraft, während das beobachtete Maximum in reinem Zustande 0,88 betrug. Nach mehrfachen Erfahrungen ist die Leuchtkraft der Benzinlampen am Ende der Schicht zwei bis dreimal so groß, als diejenige von Öllampen.

Die Kosten der Leuchtkraft betragen bei gereinigtem Rüböl für 1 Lampe und 100 Schichten auf einer größeren Grube:

an Öl	5,50 M.
- Gläsern	0,36 -
- Dochten	0,07 -

Im ganzen 5,93 oder rund 6 M.

Nach anderen Erfahrungen brennen 70 g Rüböl 12½ Stunden, 70 g Benzin 17 Stunden, was bei einem Preise von 62 M. für 100 kg Rüböl und 45 M. für 100 kg Benzin bei 10 stündiger durchschnittlicher Brenndauer

für 1 Lampe und 100 Schichten 3,47 M. bei Rüböl,
- 1 - - - - - 1,85 - - Benzin

ausmacht.

Der Unterschied im Rübölverbrauche in den beiden vorgenannten Fällen erklärt sich wahrscheinlich daraus, daß im letzteren durch den Schroeder'schen Patentverschluß (S. 755) das »Rauben« des Öles am Ende der Schicht erschwert ist.

Im Durchschnitte wird man annehmen können, daß die Kosten für 1000 Brennstunden exkl. Reparatur bei Rüböl 4,5 M., bei Benzin 2,25 M. für 1 Lampe betragen.

Kapitel XII.

Grubenbrand¹⁾.

Grubenbrände können entstehen :

1. durch Anbrennen der Zimmerung,
2. durch Explosion schlagender Wetter,
3. durch Selbstentzündung der Kohle.

§ 151. **Entstehung durch Anbrennen der Zimmerung.** — Brände der Zimmerung können sehr verhängnisvoll werden, wenn die Brandgase, hauptsächlich Kohlenoxydgas und Kohlensäure, durch den Wetterstrom weite Verbreitung finden, wie es bei dem Grubenbrande in den Zellerfelder und Clausthaler Gruben im Jahre 1848 der Fall war; es kamen dabei einige 20 Beamte und Arbeiter — meistens Rettungsmannschaften — zu Tode (vergl. S. 669).

§ 152. **Entstehung durch Explosion schlagender Wetter.** — Durch Explosion schlagender Wetter werden nachhaltige Brände selten erzeugt. Daß sich der Kohlenstaub durch Explosionen und Sprengschüsse allerdings entzünden kann, ist bereits oben (S. 679) erwähnt. Ein durch Entzündung lose umherliegender Kohlenstücke verursachter Brand kam am 24. November 1867 auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken vor.

Auf der Grube Gerhard sind unter ähnlichen Umständen öfters Brände entstanden, jedoch bald durch Eimerspritzen gelöscht²⁾.

§ 153. **Entstehung durch Selbstentzündung der Kohle.** — Die häufigste Ursache der Entstehung von Grubenbränden ist die Selbstentzündung der Kohle und zwar sowohl der Braunkohle, als auch der Steinkohle. Bei der ersteren tritt die Selbstentzündung, besonders in den Abbauen, sehr leicht ein. Schließt man aber frühzeitig, sobald sich die ersten Spuren der Brandgase dem Geruche bemerklich machen, den Abbau durch Mauern von halber Steinstärke in den Zugangsstrecken luftdicht ab, so wird der Brand erstickt, und man kann den Abbau meistens schon nach drei Monaten wieder öffnen.

Bei Steinkohlen entsteht Grubenbrand weniger leicht, ist aber sehr schwer wieder zu dämpfen. Gewöhnlich muß man sich darauf beschränken, das weitere Vordringen zu verhüten, indem man den Entstehungsherd abschließt und verloren giebt.

Derartige Grubenbrände sind mehrfach bekannt. So der »brennende Berg« bei Dudweiler³⁾, wo das 3,75 m mächtige Blücherflötz brennt. Außerdem ein Feld der Gräfin Lauragrube bei Laurahütte in Oberschlesien, wo

1) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1857 (Heimbach, Erfahrungen über Grubenbrände). — Österr. Ztschr. 1869. S. 123 ff., 140; 1871. S. 67. — Preuß. Ztschr. 1860. Bd. 8 A. S. 214; 1861. Bd. 9. S. 187.

2) Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 150.

3) Ebenda. 1856. Bd. 3. S. 193.

man abends auf einer größeren Fläche die blauen Flämmchen auf der Erde hervorbrechen sieht. Überhaupt ist die gasreiche und einen Teil ihres Gasgehaltes rasch entwickelnde oberschlesische Kohle sehr zur Selbstentzündung geneigt und giebt es nur wenige der größeren oberschlesischen Gruben, die nicht Brand in einem ihrer Flötze hätten.

§ 154. **Ursachen der Selbstentzündung.** — Als Ursache der Steinkohlenentzündung bezeichnet Muck ¹⁾ in erster Linie Aufnahme von Sauerstoff, also eine rasch verlaufende Oxydation der Kohle (Verwitterung) unter Bildung von Kohlensäure und Wasser, erst in zweiter Linie die Zersetzung des Schwefelkieses. Letztere wirkt nur bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und ist von Wärmeentwicklung begleitet, welche erwiesenermaßen die Sauerstoffaufnahme steigert.

Die Feuchtigkeit allein hat direkt keinen begünstigenden Einfluß auf Verwitterung ²⁾.

Kleinkohle absorbiert anfänglich den Sauerstoff bedeutend lebhafter, als Stückkohle. Aus diesem Grunde wird sich jene im allgemeinen stärker erwärmen und rascher verwittern als diese.

Erfahrungsmäßig entsteht denn auch Grubenbrand am leichtesten, wenn viel Kleinkohle in den Abbauen zurückbleibt, oder da, wo die Pfeiler durch Druck stark zerbröckelt werden. In den Spalten und an den Rändern der Pfeiler wird dabei viel Kohlenstaub erzeugt, welcher sich aus der angegebenen Ursache entzündet. Daß der Pfeiler durch den Druck warm werden sollte ³⁾, ist wohl kaum anzunehmen.

§ 155. **Einfluß des Nebengesteins auf Grubenbrände.** — Ein nach dem Zusammenbrechen dicht abschließendes hangendes Nebengestein begünstigt nach Erfahrungen in Oberschlesien die Entstehung von Grubenbränden. Sind dieselben aber ausgebrochen, so wird deren weitere Ausdehnung im Gegenteil dann befördert, wenn ein undicht abschließendes hangendes Nebengestein die Zuführung von Luft durch Verbindung mit der Tagesoberfläche ermöglicht. Sowie demnach in dieser Beziehung alle Tagesbrüche, Klüfte in Steinbrüchen u. s. w. ausgefüllt und verschlossen werden müssen, so hat man zur Vermeidung der Grubenbrände dafür zu sorgen, daß keine Kleinkohle in den Abbauen zurückgelassen wird.

§ 156. **Branddämme.** — Ein wichtiges Mittel, die Grubenbrände zu lokalisieren und zu ersticken, ist die Aufführung von Brandmauern ⁴⁾ (Branddämmen), welche gewöhnlich aus Ziegelsteinen mit Kalkmörtel, nur an besonders feuergefährlichen Stellen mit Lehmörtel errichtet werden. Bei den mächtigen oberschlesischen Flötzen werden Branddämme 6 bis 10 m hoch aufgeführt, erhalten eine Breite von 1,5 m am unteren, 1 m am oberen

1) Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie von Dr. F. Muck. Bonn 1881. S. 74 ff.

2) Muck, a. a. O. S. 87.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1865. Nr. 10. S. 77—81.

4) Preuß. Ztschr. 1855. Bd. 2. S. 389; 1860. Bd. 8. S. 497; 1868. Bd. 16. S. 302.

Ende und werden 0,40 m tief in einen Sohlenritz gestellt¹⁾. Ein derartiger Damm auf Königsgrube (Oberschlesien) ist 260 m lang.

Querdämme stellt man zweckmäßig doppelt mit Zwischenfüllung von Sand und nur mit einer Stärke von etwa 30 m her. Der Zwischenraum betrug auf Haith Colliery bei Dudley 4 m²⁾.

§ 157. **Bretterdämme.** — Das vorläufige Schließen einer Bauabteilung in einer Strecke geschieht dadurch, daß man Bretter horizontal, aber etwas übergreifend, an Stempeln fest nagelt (Fig. 836) und mit Kalkmörtel bewirft, welcher weniger leicht rissig wird, als Lehmörtel. Etwaige Klüfte im Flötze müssen gleichfalls verschmiert werden. Zur Beobachtung des Brandes wird ein mit einem Holzplocke zu verschließendes Loch gebohrt. Zeigt sich Feuer, so wird schnell ein Mauerdamm aufgeführt³⁾.

§ 158. **Chemische Mittel zum Löschen der Grubenbrände.** — Alle anderen bis jetzt vorgeschlagenen Mittel, größere Grubenbrände durch Einleiten von Kohlensäure, Stickstoff u. s. w. zu löschen⁴⁾, haben für die Praxis nur zweifelhaften Wert.

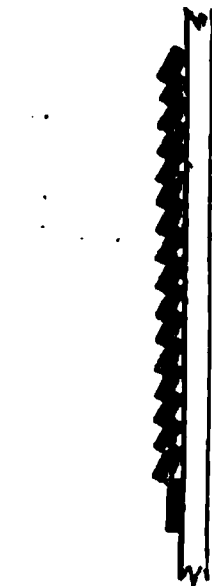


Fig. 836. Branddamm von Brettern.

§ 159. **Erstickung durch Wasser.** — Auch das letzte, äußerste Mittel, die Grube unter Wasser zu setzen, ist von ungewissem Erfolge. Zunächst muß man für guten Abzug der gespannten Wasserdämpfe sorgen, wenn man andere Nachteile verhüten will. Außerdem aber ist man durchaus nicht sicher, ob nicht nach dem Sumpfen der Wasser das Feuer wieder ausbricht, abgesehen von dem Schaden, den Wasseraufgang in Grubenbauen anzu richten pflegt.

§ 160. **Erstickung durch Absperren der Schächte.** — Ebenso zweifelhaft für alle Fälle ist das Absperren sämtlicher Schächte; am sichersten — eine vollkommene Isolierung des Brandfeldes vorausgesetzt — dürfte es noch sein, das Brandfeld völlig ausbrennen zu lassen und zu diesem Zwecke womöglich Bohrlöcher in dasselbe hineinzustoßen.

§ 161. **Selbstentzündung der Kohle in Beständen.** — Um die Selbstentzündung der Kohle in Haldenbeständen zu verhüten, bringt man während des Aufschüttens hölzerne, aus vier Brettern zusammengeschlagene, horizontale und senkrechte Lutten ein. Diese Vorkehrung soll u. a. den Zweck haben, brennbare Gase abzuführen. Da dieselben aber gar nicht existieren — (es entwickelt sich bei der Sauerstoffaufnahme nur Kohlensäure und Wasser, aber kein Kohlenwasserstoff) — so können die Holzlutten höchstens wärmezerstreuend wirken. Nachweislich ist aber der Einfluß der Holzlutten

1) Preuß. Zeitschr. 1864. Bd. 9. S. 190—197.

2) Ebenda. 1856. Bd. 3. S. 68.

3) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1865. Nr. 10. S. 77—84.

4) Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 84. — Ponson, a. a. O. t. II. p. 334.

bei ihrer gewöhnlich undichten Beschaffenheit direkt nachteilig¹⁾, denn sie befördern den Luftwechsel und somit die Aufnahme von Sauerstoff im Inneren der Halde. Aus diesem Grunde hat man überall da, wo bei leicht entzündlichen Kohlen Lutzen in Anwendung kommen, die Erfahrung gemacht, daß die Entzündung immer an den Berührungsstellen von Kohlen und Lutzen ihren Anfang nimmt, also da, wo bei gleichzeitigem Austrocknen der Kohle die sauerstoffärmer gewordene Luft durch frische ersetzt wird²⁾.

Richters³⁾ empfiehlt deshalb dicht schließende Lutzen, welche die Halden ihrer ganzen Länge und Höhe nach durchsetzen, während man vielfach der Ansicht ist, daß dichte Schüttung ohne Anwendung von Lutzen, wenn möglich mit einer Ventilation der Oberfläche, etwa durch Lagerung auf einem den Winden zugänglichen Platze, die Selbstentzündung der Kohlenbestände am wirksamsten verhüten werde.

Kapitel XIII.

Fahrung in bösen Wettern⁴⁾.

I. Man bringt die Atmungsorgane mit der reinen Luft durch Respirationsschläuche von gummiertem Taft, oder von Leder in Verbindung, welche durch Spiralen von Eisendraht offen erhalten werden.

§ 162. **Die Maske von Pilatre de Rozier** bedeckt die Nase, durch welche die frische Luft aus dem Schlauche eingeatmet wird, während man mit dem Munde ausatmet. Bei einem Durchmesser des Schlauches von 20 mm kann man 25 bis 30 m weit vordringen.

§ 163. **Die Maske von Humboldt⁵⁾** (Fig. 837) ist eine Vervollkommnung der eben genannten. Das Mundstück hat zwei Klappen *a* und *b* zum Ein- und Ausatmen, die Nase wird durch eine Klemme geschlossen gehalten. Die Luft führt man in einem Ledersacke auf dem Rücken oder einem kleinen Wagen mit. Der tragbare Sack enthält etwa 0,25 cbm, der fahrbare

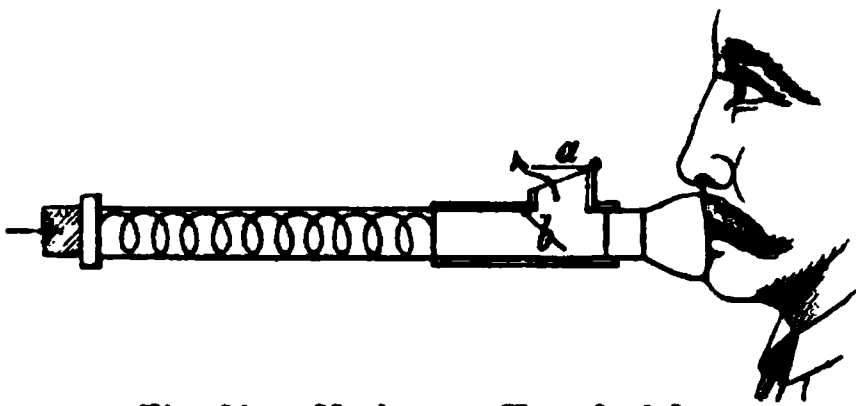


Fig. 837. Maske von Humboldt.

1) Muck, a. a. O. S. 96.

2) Ebenda. S. 97.

3) Dingler's polyt. Journal. Bd. 195. S. 315 ff.

4) Über Rettungsapparate beim Bergbau von Kreischer im Jahrb. für B.- u. H.-Wesen im Kgr. Sachsen auf das Jahr 1886.

5) Preuß. Zeitschr. 1855. Bd. 2 A. S. 389.

Behälter 4 cbm Luft. Jener reicht für 15 bis 16 Minuten, dieser für 1 Stunde. Auch die Lampe wird aus demselben Behälter gespeist.

§ 164. **Galibert's Respirationsapparat**¹⁾ ist eine Abänderung der Maske von Humboldt. Die Ventile sind fortgelassen und hat an deren Stelle beim Ein- und Ausatmen die Zunge die eine oder andere Öffnung im Mundstücke zu schließen, was nicht recht zweckmäßig erscheint, da man bei Rettungsarbeiten seine volle Aufmerksamkeit anderweit nötig hat.

II. Man atmet böse Wetter, welche durch chemische Prozesse gereinigt sind.

§ 165. **Der Apparat von Robert.** — Er besteht aus einem blechernen Gefäße von etwa 3 l Inhalt, dessen Wandungen durchlöchert sind und in dessen Innerem sich ein mit Kalkmilch getränkter Schwamm befindet, falls man sich in Kohlensäure führende Wetter begeben will. Von dem Gefäße aus geht ein Respirationsschlauch zum Munde des Fahrenden.

In Essig getränkte und vor den Mund gehaltene Tücher und Schwämme wirken nur kühlend, dagegen kann man in Ermangelung der Robert'schen Büchse Kissen anwenden, welche eine 3 cm dicke Lage von, mit schwefelsaurem Natron getränktem Kalkhydrate enthalten.

Alle diese Mittel haben indes beschränkten Wert und sind nur für kurze Zeit wirksam.

§ 166. **Schwann's Apparat.** — Bei dem Apparate von Professor Schwann in Lüttich trägt der Arbeiter auf der Brust einen flachen, elastischen Behälter mit atmosphärischer Luft von gewöhnlicher Spannung und einem für einen Atemzug genügenden Inhalt. Die von hier eingeatmete Luft gelangt beim Ausatmen in einen, auf dem Rücken zu tragenden, mit gelöschtem Kalke gefüllten Apparat, in welchem die Kohlensäure absorbiert wird. Die so regenerierte Luft gelangt in den ersten Behälter zurück. Man kann mit diesem Apparate 2 bis 3 Stunden arbeiten²⁾.

§ 167. **Fleuß-Apparat**³⁾. — Von viel größerer Bedeutung für den Bergbau dürfte der Fleuß-Apparat sein, der in seinen Hauptteilen mit dem Schwann'schen Apparate übereinstimmend ist.

Der Fleuß-Apparat wird auf dem Rücken getragen und besteht zunächst aus einem Regenerationsapparate und aus einem Sauerstoffbehälter, welche so mit einander verbunden sind, daß sie die Form eines Tornisters bilden.

Der Sauerstoffbehälter, am unteren Ende des Tornisters angebracht, ist aus starkem Kupferblech in cylindrischer Form hergestellt (32 cm lang, 16 cm Durchmesser, 6 bis 7 l Fassungsraum) und verträgt eine Pressung bis zu 20 Atmosphären.

Der Regenerationsapparat bildet den oberen kastenförmigen Teil des

1) Ann. des min. t. V. p. 1864. — Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1866. S. 256.

2) Ch. Demanet, a. a. O. S. 470.

3) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34. S. 272. — Österr. Zeitschr. 1887. S. 45.

Tornisters, ist aus Hartgummi hergestellt, 290 mm hoch, 300 mm lang und 59 mm breit. Etwa 30 mm über dem Boden ist ein falscher, durchlöcherter Boden angebracht, auch ist das Gefäß durch senkrechte Scheidewände in vier Abteilungen getrennt, welche unter einander in Verbindung stehen und das für die ausgeatmete Kohlensäure und Feuchtigkeit bestimmte Absorptionsmittel (Wechselager von kaustischer Soda und Hanf) enthalten.

Hat die ausgeatmete Luft das Absorptionsgefäß passiert, so tritt sie gereinigt in einen, auf der Brust getragenen Luftsack aus vulkanisiertem Kautschuk ein, in welchem ihr aus dem Sauerstoffbehälter die nötige Menge an Sauerstoff zugeführt wird, so daß dieselbe abermals zur Atmung geeignet erscheint.

Das Gesicht des Trägers ist durch eine luftdichte Gummimaske geschützt, die einen möglichst genauen Anschluß an das Gesicht gestattet. Der mittlere Teil derselben ist stark vorspringend, um über Nase und Mund eine Aushöhlung zu schaffen, welche eine freie Ein- und Ausatmung ermöglicht. Ferner steht die Maske durch zwei kurze Hartgummirohre einerseits mit dem Absorptionskasten für die Ausatmung, andererseits mit dem Luftsack für das Einatmen in Verbindung.

Der ganze Apparat samt Füllung hat ein Gewicht von 14 kg; zur vollständigen Ausrüstung gehört auch eine Lampe, welche sich auf die Benutzung des Drummond'schen Kalklichtes stützt und 6 kg wiegt. Der Apparat kostet (bei der Fleuss Breathing Dress and Safety Lamp Co., 27 Martins Lane, Cannon-Street, London, E. C.) mit Lampe 1000 Mk., die Lampe allein (Patent Fleuss & Forster) 260 Mk.

Während man in England mit dem Fleuss-Apparate befriedigende Resultate erzielte, gelangen dieselben im Jahre 1885 auf der Grube Maybach bei Saarbrücken erst, nachdem man einen ganz neuen Apparat hergestellt hatte.

Zunächst umgab man den Regenerationskasten mit Ausnahme der dem Rücken des Arbeiters zugekehrten Seite mit einem Doppelmantel zur Aufnahme von Kühlwasser, um die warme Luft abzukühlen und das übermäßige Schwitzen des Trägers zu verhüten. Sodann wurden die vier vertikalen Kammern durch horizontal eingeschobene, gelochte Blechböden in mehrere Unterabteilungen getrennt. Auf diese Böden kommt der Hanf zu liegen, über welchem auf ähnlich eingerichteten Böden die Soda sich befindet. Hierdurch wird das Atmen erleichtert, weil die untersten Füllungsschichten entlastet sind.

Außer anderen zweckmäßigen Änderungen zur Verlängerung und Verkürzung der Verbindungsschläuche, sowie zur Verhütung des Knickens derselben und des Luftkissens ist besonders diejenige der Maske zu erwähnen, da das bei der alten Konstruktion bedingte starke Anziehen der Befestigungsschnallen baldiges Auftreten von Kopfschmerzen zur Folge hatte. Außerdem begünstigte die große Ausdehnung der Maske über Ohren, Stirn und Kinn die Schweißbildung außerordentlich.

Nach diesen Verbesserungen gab der Träger an, bei genügender Füllung

einen ganzen Tag atmen zu können. Der dritte und letzte Versuch mußte, wie die vorhergehenden, wegen Mangel an Sauerstoff nach 2 Stunden 15 Minuten beendet werden.

Die Versuche mit der oben erwähnten Lampe ergaben keine günstigen Resultate.

§ 168. **Loeb's Patent-Respirationsapparat** ist eine weitere wesentliche Vervollkommnung der Masken von Pilatre de Rozier und Humboldt, vergl. Seite 764. In Fig. 838 ist *C* eine Schutzbrille mit Gummiwulst, deren Gläser durch einen, wie ein Schieber angebrachten Wischer gereinigt werden können. *B* ist die Nasenklemme und *A* der Atmungsapparat, welcher durch einen elastischen Verbindungsschlauch mit dem Filter 3 verbunden ist. Der letztere sitzt an einer mit dem Leibriemen 6 festzuzschnallenden Metallführung 4. Der mit dem Filter 3 fest verschraubte Luftzuführungsschlauch hat ohne Luftpumpe eine Länge von höchstens 30 m.

Fig. 839 zeigt den aus einer vernickelten Messingröhre bestehenden Atmungsapparat *A* in vergrößertem Maßstabe und im Durchschnitt, um die Lage der drei Ventile *d* zum Einatmen und des Ventiles *i* zum Ausatmen ansehen zu können. *B* ist die obere Verschlussschraube. Das Ventil *i*, eine

a.

Fig. 838.

Loeb's Patent-Respirationsapparat.

Fig. 839.

Gummimembran, wird in die Röhre *g* *h* eingespannt. Durch den Rohransatz *k* entweicht die ausgeatmete Luft. Durch einen Druck auf den Knopf *n*, welcher sich an dem Ende einer Signalpfeife *l* befindet, kommt die letztere unter den Rohransatz *k*, so daß man bei starkem, stoßweisem Ausatmen laute Pfeife als Signale ertönen lassen kann. Die Schutzhülse *m* umgibt die Pfeife und *e* ist ein Verbindungsstück für den elastischen Schlauch *f*. Das mit dem unteren Raume des Ventilgehäuses *A* in Verbindung stehende Gummimundstück *C* kommt bei Anwendung des Apparates zwischen Lippen und Zähne, während die letzteren die zwei vorstehenden Lappen *a* festhalten.

Beim Vordringen in irrespirable Gase auf nicht mehr als 30 m Entfer-

nung hat sich Loeb's Apparat bei industriellen Werken über Tage vielfach bewährt und erscheint bei seiner Handlichkeit unter entsprechenden Verhältnissen auch für Herstellung von Branddämmen u. dergl. recht brauchbar. Der Preis des Apparates stellt sich einschließlich Schutzbrille auf 45 M. und für das laufende Meter Luftzuführungs-Spiralschlauch auf 5 M.

§ 169. **Der Apparat von Combes** besteht aus einem cylindrischen Gefäße, welches 0,33 cbm Druckluft faßt und von dem aus ein Schlauch mit Mundstück zum Munde führt; das Mundstück enthält ebenfalls zwei Klappen.

§ 170. **Der Apparat von Kraft**¹⁾ ist eine Flasche mit etwa 10 l Luft von 15 Atmosphären Pressung. Derselbe wird auf dem Rücken getragen und darüber ein Wamms gezogen, welches Kopf und Oberleib bis zu den Hüften bedeckt. Für die Augen sind Gläser in dem Wammse angebracht. Beim Gebrauche öffnet der Mann einen Hahn an der Flasche und läßt soviel Luft

heraus, als zum Atmen notwendig ist. Der Apparat ist für $\frac{1}{4}$ Stunde ausreichend.

§ 171. **Niederdruckapparat von Rouquayrol-Denayrouze.** — Auf einigen Gruben hat man mit Erfolg die Taucherapparate von Rouquayrol-Denayrouze angewendet, so u. a. auf Königin Luisengrube in Oberschlesien²⁾.

Von dem vollständigen Taucherapparate läßt man Helm und Lederanzug fort und gebraucht nur den Tornister mit dem Respirationschlauche, ferner eine Nasenklemme, eine Lampe, sowie eine Kompressionspumpe mit den nötigen Zuführungsschläuchen.

Durch das Ventil *o* (Fig. 840) wird die komprimierte Luft zunächst in das Reservoir *A* gepumpt. Der Respirationsschlauch steht aber mit der Vorkammer *x* in Verbindung, in welcher die Spannung der Luft 1 Atmosphäre beträgt. Sobald jedoch durch

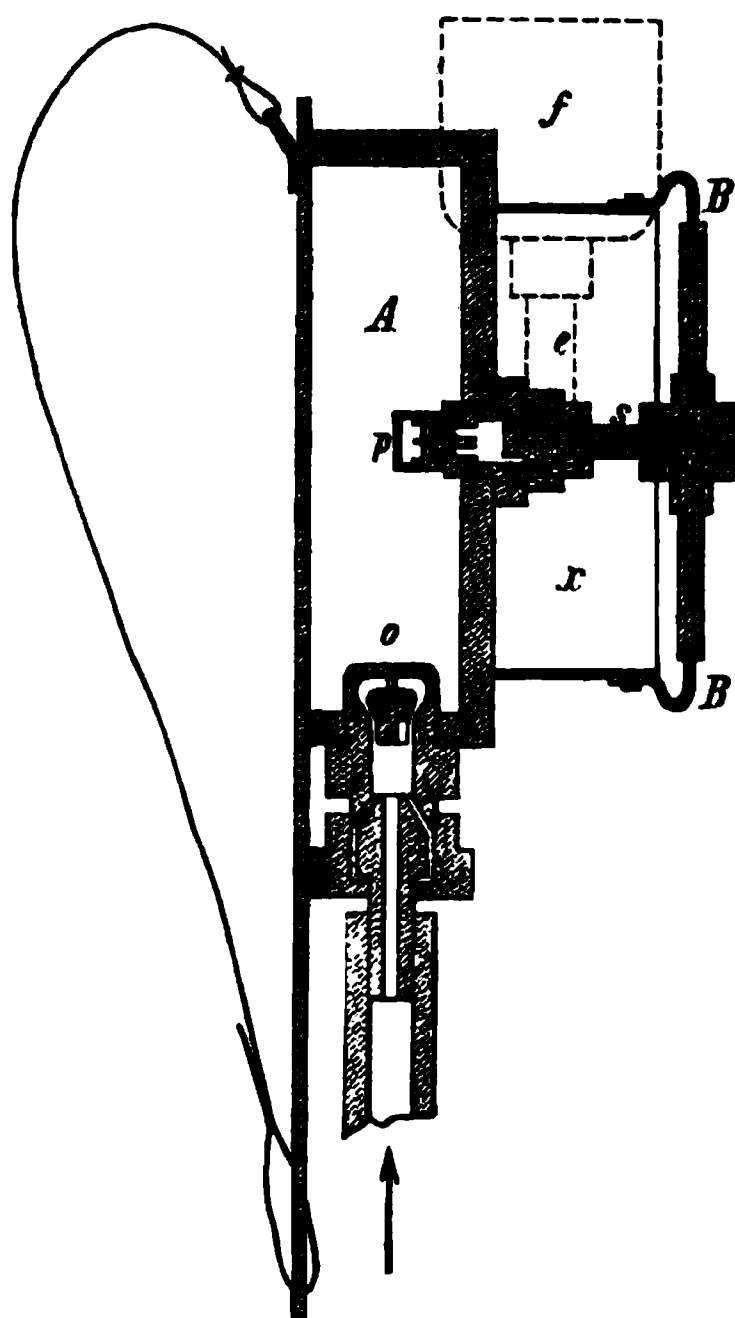


Fig. 840.
Niederdruckapparat von Rouquayrol-Denayrouze.

das Einatmen eine Verdünnung eintritt, wird die übergezogene Kautschukhaube *B* eingedrückt, dadurch schiebt der Stift *s* das Ventil *p* etwas zurück, so daß Luft aus *A* in *x* einströmen kann.

1) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1861. S. 45. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1861. S. 271. — Serlo, Bgbkde. 1879. II. S. 476.

2) Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 46. S. 302.

Beim Ausatmen geht die Luft durch denselben Schlauch nach *z* zurück, die Spannung steigt dadurch etwas über 1 Atmosphäre und es öffnet sich ein an der Röhre *e* angebrachtes Ausblaseventil *f*. Dasselbe besteht aus zwei Kautschukblättern, welche an den beiden langen Rändern zusammengeklebt sind. Vor dem Ventile *e* befindet sich ein Drahtgewebe, um Staub fern zu halten. Dasselbe setzte sich aber bei dem Gebrauche auf Königin Luisengrube in Zabrze schnell zu, so daß L. von Bremen in Kiel, welcher den in Rede stehenden Apparat liefert, in ähnlichen Fällen hinter der Luftpumpe die Luft erst durch eine Filzplatte streichen läßt. Die Kosten für einen kompletten Apparat, inkl. Luftpumpe und 50 m Schlauch, betrugen in Zabrze etwa 1200 M.

Auch auf Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken ¹⁾ hat man derartige Apparate angewendet.

§ 172. **Tornister mit Beleuchtungsregulator.** — Um aus dem Tornister auch eine Lampe speisen zu können, hat man demselben später eine andere Konstruktion gegeben ²⁾, welche Fig. 841 in ihrer äußeren Form, Fig. 842

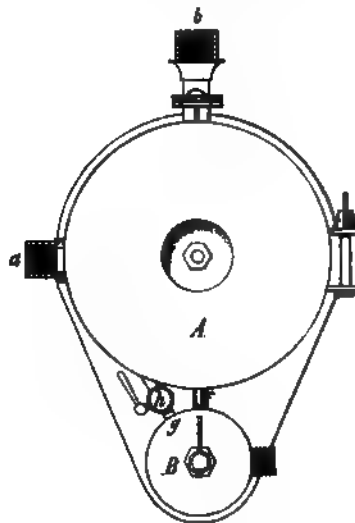


Fig. 841.

Tornister mit Beleuchtungsregulator.

Fig. 842.

im Durchschnitte zeigt und welche auf denselben Grundsätzen beruht, wie der vorstehend beschriebene Tornister. Der größere Regulator *A* dient zum Atmen, aus dem kleineren *B* wird einer Wetterlampe die nötige Verbren-

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1872. S. 346; 1873. S. 440. — Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 369.

²⁾ Atmungs- und Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung für den Bergbau. L. v. Bremen & Co., Kiel, Fabrik Ronquayrol-Denayrouze. Paris-Kiel 1873.

nungsluft geliefert. Durch das Rohr *a* (Fig. 844) wird dem Luftbehälter *d* die Luft von der Pumpe her zugeführt, der Rohransatz *b* vermittelt durch einen Respirationsschlauch die Verbindung zwischen dem Munde des Arbeiters und der Luftkammer *e*. An demselben Schlauche befindet sich bei *c* ein ebensolches Ausblaseventil von Kautschuk, wie es vorhin beschrieben wurde.

Der Behälter *d* besteht aus starkem, die Luftkammer *e* aus schwächerem Stahlblech.

Der kleinere Beleuchtungsregulator *B* ist in seiner inneren Einrichtung demjenigen des Atmungsregulators vollständig gleich und steht mit diesem durch zwei Rohre *f* und *g* in Verbindung. Durch *f* gelangt die Luft in den Behälter, von da, nach dem Aufstoßen des Verbindungsventiles, in die Luftkammer und aus dieser durch einen besonderen Schlauch zur Lampe.

Das Rohr *g* mündet zwischen Kautschukhaube und einen, die letztere luftdicht umschließenden, bronzenen Deckel; es ist mit einem Hahne *h* (Fig. 844) versehen, welcher den Luftzutritt reguliert. Man hat durch diese Einrichtung einen stärkeren Druck auf die Kautschukplatte herbeigeführt und damit einen Ersatz für die beim Einatmen hervorgebrachte Verdünnung in der Luftkammer, bezw. die Möglichkeit erreicht, daß durch das Niederdrücken der Kautschukklappe mit ihrem Deckel das Verbindungsventil aufgestoßen wird.

Sollte durch das Stellen des Hahnes *h* zu viel Druck auf die Kautschukklappe gebracht sein, so kann durch den Hahn *i* wieder etwas Luft abgelassen werden.

Der Regulator, dessen Gesamtgewicht 4 kg beträgt, ist mit seiner Grundplatte *G* auf dem Rücken einer Weste von starkem Segeltuche aufgenäht, welche der Arbeiter anzieht und auf der Brust mit Riemen und Schnallen schließt.

Fig. 843. Wetterlampe für den Niederdruckapparat.

§ 173. **Wetterlampe.** — Die zu dem Apparate gehörige Wetterlampe (Fig. 843) wird mit Petroleum gespeist, ist ganz aus Bronze gefertigt und in ihrer äußeren Erscheinung den gewöhnlichen Wetterlampen mit Glaszylinder (Clanny, Boty u. s. w.) ähnlich. Durch das Rohr *a* wird die Luft aus dem Regulator zugeführt; die Verbrennungsgase entweichen durch das Kegelventil *e*, wenn ihr Druck groß genug ist, um dasselbe zu heben. Bei stärkerem Drucke von oben schließt sich das Ventil und verhindert somit, daß die Flamme zu außergewöhnlicher Größe getrieben wird, wodurch bei gewöhnlichen Wetterlampen der Korb in Glut kommen und schlagende Wetter entzünden würde.

Außerdem braucht man noch eine Nasenklemme aus Bronze zum Ver-

schließen der Nase, weil der Arbeiter nur mit dem Munde ein- und ausatmen soll, ferner eine Brille, bei welcher die Augengläser zwischen Leder und Kautschuk gefaßt sind, für den Fall, daß die Gase den Augen schädlich sein könnten, und endlich einen Haspel, von welchem beim Vordringen der Schlauch abgehaspelt und beim Zurückgehen wieder aufgerollt wird.

§ 174. **Fahrbarer Hochdruckapparat.** — Außer dem eben beschriebenen Niederdruckapparate, bei welchem der Arbeiter durch den Schlauch in direkter Verbindung mit der Luftpumpe bleibt, haben Rouquayrol-Denayrouze noch einen fahrbaren Hochdruckapparat konstruiert. Während man bei jenem nur der Schlauchlänge entsprechend weit vordringen kann, nimmt man bei diesem eine, für etwa drei Stunden genügende Menge komprimierter Luft von 25 Atmosphären Spannung mit sich, indem man den betreffenden Behälter, vorausgesetzt, daß die Streckensohle nicht verschüttet ist, auf einer Karre vor sich her schiebt, oder auf einem Räderwagen nachzieht und ihn an einem geeigneten Punkte möglichst nahe an der Arbeitsstelle stehen läßt. Der Behälter (Fig. 844, 845) besteht aus sechs

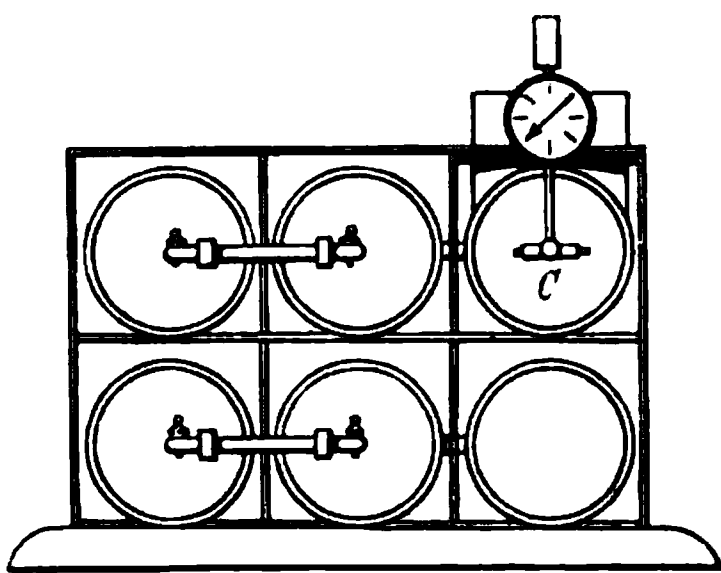


Fig. 844.

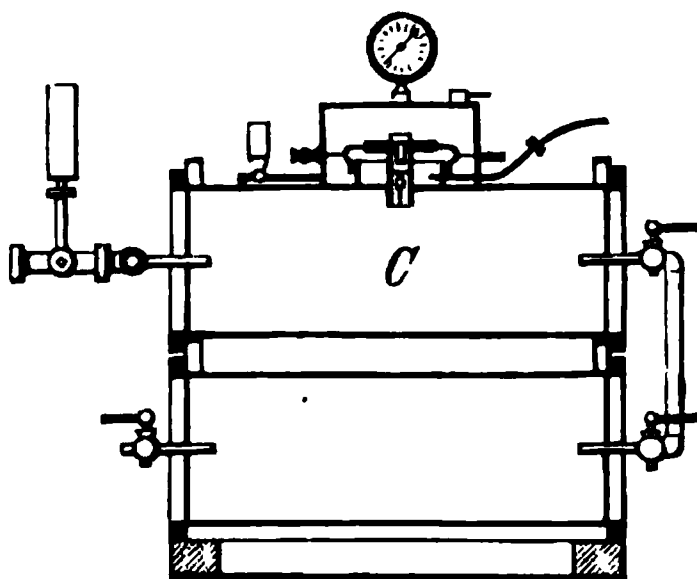


Fig. 845.

Fahrbarer Hochdruckapparat.

cylindrischen Vorratskammern von starkem Stahlbleche, welche auf einen Druck von 40 Atmosphären geprüft sind und die Luft von der Pumpe her aufnehmen. Dieselben fassen zusammen 120 l und können demnach bei 25 Atmosphären Spannung mit 3000 l Luft von 1 Atmosphäre Spannung gefüllt werden.

Der sechste Cylinder *C* dient zur Luftverteilung, und ist ebenso, wie die vorhin beschriebenen Regulatoren, mit Ventil, Kautschukkappe u. s. w. versehen. Aus ihm tritt die Luft, durch die Thätigkeit der Luftkammer auf etwa 2 Atmosphären verdünnt, durch einen Schlauch in den, auf dem Rücken des Arbeiters befindlichen Atmungs- und Verbrennungsregulator (Fig. 841, 842).

§ 175. **Tornisterapparat.** — Endlich ist noch der aus derselben Fabrik stammende tragbare Hochdruck-Atmungs- und Beleuchtungsapparat oder Tornisterapparat zu erwähnen, welcher in sofern be-

quemer ist, als der fahrbare Hochdruckapparat, weil man mit ihm leichter überall hin gelangen kann, auch wenn die Streckensohle nicht frei von Gebirge, umgeworfenen Thüerstöcken u. s. w. sein sollte. Allerdings reicht dieser Apparat nur für etwa 25 Minuten aus, da sich nach den angestellten Versuchen ergeben hat, daß der Arbeitende nach einiger Übung in der Minute etwa 1 Atmosphäre des im Tornister enthaltenen Überdruckes von 25 Atmosphären verbraucht.

Der Tornisterapparat ¹⁾ (Fig. 846) besteht aus drei Cylindern *A* von Stahlblech (40 cm hoch und 40 cm breit, 15 l Inhalt), welche durch die Öffnungen *a a* miteinander verbunden sind, sowie aus dem Luftverteilungsregulator *B* und dem Atmungsregulator *B'* — beide durch eine eiserne Röhre *c* verbunden — ferner dem Füllungsventile *D*, einem Einsatze mit Schraubengewinde *E* (s. u.) und endlich aus verschiedenem Zubehör, als Atmungsschlauch, Mundverschluß, Nasenklemme, Brillenmaske, Tragriemen u. s. w.

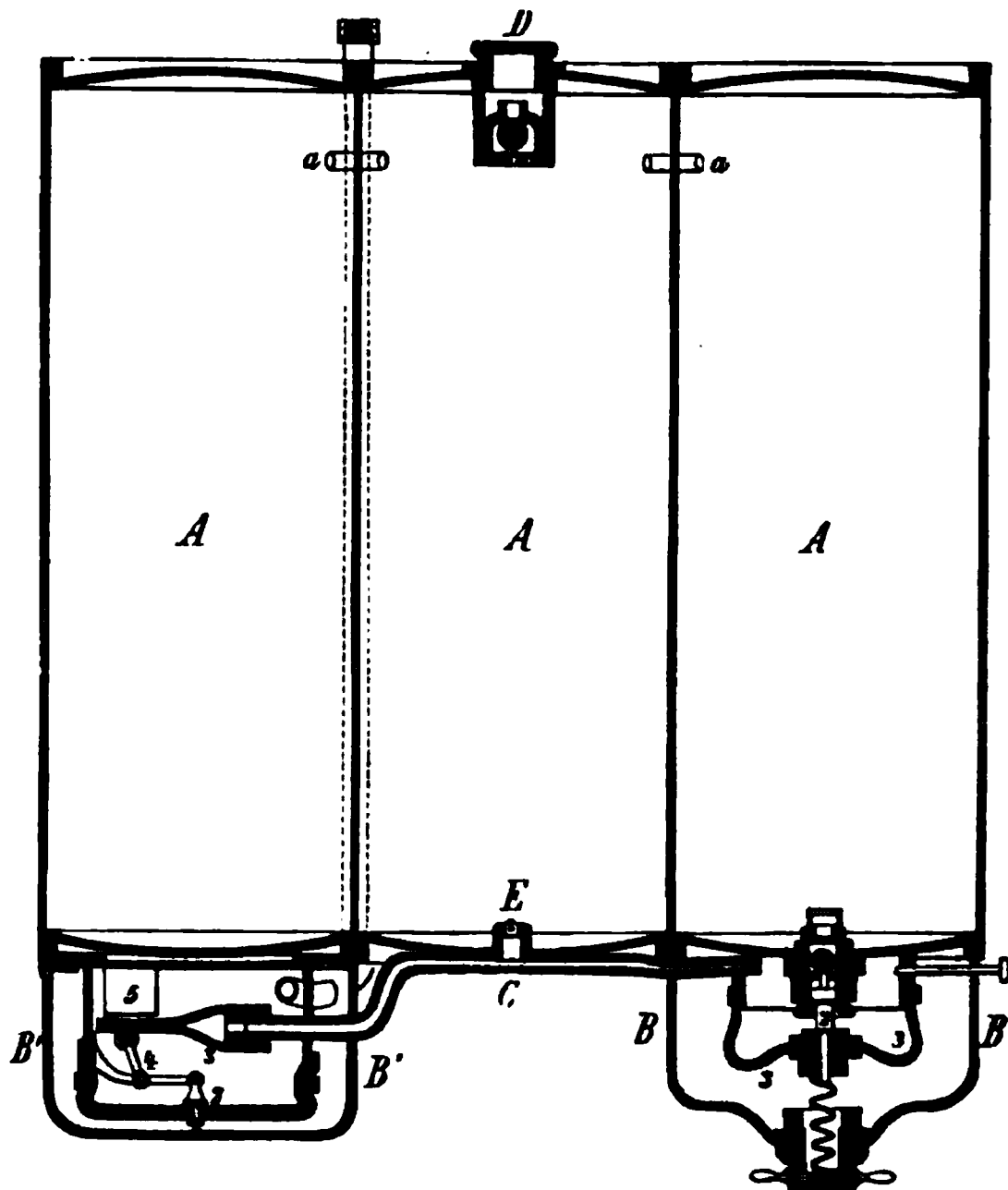


Fig. 846. Tornisterapparat von Rouquayrol-Denayrouze.

Durch das Füllungsventil *D* tritt die Luft in den Apparat, sobald der Druck derselben im stande ist, das dort angebrachte Kautschukventil (Kugel) niederzudrücken.

¹⁾ Tragbarer Hochdruck-Atmungs- u. Beleuchtungsapparat (Tornisterapparat). L. v. Bremen & Co. Kiel 1876. — Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 524; 1876. S. 91. — Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24. S. 168. — Dingler's polyt. Journal. Bd. 220. S. 422.

Aus dem ersten Cylinder *A* gelangt die Luft in den Luftverteilungsbehälter *B*, nachdem infolge eingetretener Verdünnung die Kautschukkappe (3) niedergedrückt und mit Hilfe des Stiftes (2) der im Boden des Cylinders liegende Kautschukstempel in die Höhe gestoßen ist.

Aus dem Regulator *B* führt einerseits ein Rohransatz zur Lampe, andererseits das Rohr *C* in den Atmungsregulator *B'*, in welchen, von oben herkommend, der Respirationsschlauch mündet. Das Rohr *C* ist mit einem Kautschukblattventil (3) versehen, welches durch einen, mit der Kautschukkappe (2) verbundenen Hebelapparat (4) gegen ein Blech (5) gedrückt und damit geschlossen gehalten wird, wenn der Druck im Regulator steigt. Wird jedoch beim Einatmen die Kautschukkappe eingedrückt, so entfernt sich der Hebelapparat vom Ventile und dasselbe kann sich öffnen.

Der Schraubeneinsatz *E* im Boden des mittleren Cylinders dient zum Aufsetzen eines Manometers, mit dessen Hilfe man den im Apparate befindlichen Luftvorrat kontrollieren kann.

Ein kompletter Tornisterapparat kostet inkl. Luftpumpe, Füllungs-schlauch, Lampe und Verpackung 2440 Mk., eine Wetterlampe mit eigenem Luftbehälter, Luftverteilungsregulator und Manometer, komplet mit Ersatzstücken, 300 Mk.

§ 176. **Atmungsapparat von L. von Bremen & Co. in Kiel.** — Dieser ursprünglich für Feuerlöscharbeiten bestimmte Apparat hat sich bei Bewältigung eines Grubenbrandes am Wilhelm-Schachte bei Polnisch-Ostrau¹⁾ vortrefflich bewährt. Man brauchte dabei Atmungsgeräte, welche den Arbeitern ein stundenlanges Verweilen und Arbeiten in bösen Wettern gestatten und konnte keinen der vorhin beschriebenen, sowie noch einige andere Apparate für diesen Zweck gebrauchen, weil sie entweder ungenügend oder unbehilflich waren, mit dem Rouquayrol'schen Apparate (§ 175) konnte der kräftigste Mann kaum $\frac{1}{4}$ Stunde atmen.

Der Atmungsapparat von L. von Bremen besteht aus einer leichten Lederjacke mit einem durch spanisches Rohr versteiften Korkhelm. An demselben befindet sich eine dicke geschliffene Glasplatte zum Durchsehen, welche nach Bedarf auch geöffnet werden kann.

Diese im Ganzen nur 6 kg schwere Lederjacke wird dem Arbeiter mit einem Leibriemen über seiner Kleidung angeschnallt. Auch die Ärmel werden mit Riemen angezogen, um so den Innenraum gegen das Eindringen der Stickgase einigermaßen abzuschließen. Die Hände und Füße hat der Arbeiter ganz frei. Die zum Atmen nötige Luft wird im Nacken durch einen Luftschlauch von 20 mm l. Durchmesser zugeleitet und teilt sich im Helm in drei Kanäle, welche vor dem Munde des Arbeiters in länglichen Schlitzten ausmünden, wodurch gleichzeitig eine angenehme Kühlung erzeugt wird. Die ausgeatmete Luft entweicht mit dem reichlichen Überflusse der zugeblasen Luft durch die undichten Abschlüsse am Körper und durch Siebe

¹⁾ Österr. Zeitschr. 1885. Bd. 33. Nr. 39 ff.

unter den Ohrklappen im Helme. Die Siebe sollen auch ermöglichen, daß der Arbeiter leichter hört.

Zum Apparate gehört eine Luftpumpe, welche aber bei den Arbeiten in Polnisch-Ostrau nicht genügend erschien, weshalb man sich für Verwendung gepreßter, durch zwei zur Verfügung stehende Luftdruckpumpen leicht zu beschaffender Luft entschloß. Die Temperatur derselben wurde stets auf derselben Höhe von 15 bis 20° C. gehalten.

Mit dem L. v. Bremen'schen Apparate wurden die mehrmonatlichen, mitunter äußerst gefährlichen Arbeiten zur Gewältigung des Grubenbrandes ohne jeglichen Unfall ausgeführt und werden für ähnliche Arbeiten, bei denen man ohne Rücksicht auf Zeit nach einem vorher durchdachten Plane vorgehen kann, sehr empfohlen. Für schleunige Rettungsarbeiten unmittelbar nach Explosionen oder nach ausgebrochenem Grubenbrande sind sie weniger geeignet.

Litteratur.

Ch. Combes. *Traité complet de l'Aérage des Mines*. Bruxelles 1840.

Derselbe. *Traité de l'expl. des mines*. 1844.

A. T. Ponson. *Traité de l'Expl. des Mines de Houille*. Liège 1852.

P. Rittinger. *Zentrifugal-Ventilatoren und Zentrifugal-Pumpen. Theorie und Bau aller Arten derselben*. Wien 1858.

Julius Ritter v. Hauer. *Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke*. Leipzig 1870.

L. v. Bremen. *Atmungs- und Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung für den Bergbau*. Kiel 1873.

Devillez. *Ventilation des mines*. Mons 1875.

L. v. Bremen. *Tragbarer Hochdruck-, Atmungs- und Beleuchtungs- (Tornister-) Apparat*. Kiel 1876.

Pernolet. *L'air comprimé et ses applications*. Paris 1876.

Marsaut. *Sur les mines à grisou et les dépressions atmosphériques*. Bruxelles 1884.

Derselbe. *Exploitation et réglementation des mines à grisou*. Paris 1884.

Dr. F. Muck. *Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie*. Bonn 1884.

Foerster. *Separatventilation und ihre Kosten*. Im Jahrbuch f. d. B.-u.H.-Wesen im Königreich Sachsen. 1882.

Marsaut. *Étude sur la lampe de surété des mineurs*. Alais 1883.

Althaus. *Anwendung der bekannten Gesetze der Wetterbewegung auf Ventilatoruntersuchungen, insbesondere die früheren, im Auftrage der preußischen Wetterkommission ausgeführten Arbeiten, im Anschluß an Daniel Murgue*. In Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32. S. 174.

Serlo. *Leitfaden der Bergbaukunde*. Berlin 1884.

Hâton de la Goupillière. *Cours d'exploitation des mines*. Paris 1883.

Daniel Murgue. *Über Grubenventilatoren*. Mit einigen Zusätzen deutsch bearbeitet von J. Ritter v. Hauer. Leipzig 1884.

Demanet. *Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke*. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885.

M. Em. Harzé. Des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grison. Bruxelles 1885.

Wodiczka. Die Sicherheitswetterführung.

B. Otto. Schlagwetter und kein Ende der Forschung. Berlin 1886.

Nonne. Ergebnisse der Untersuchungen über die Wetterlampen. In Glückauf. Essen 1886. Nr. 72, 73.

Derselbe. Über Sicherheitslampen. In Glückauf. Essen 1886. Nr. 88.

R. Nasse. Auszug aus dem Schlußberichte der englischen Wetterkommission. In Glückauf. Essen 1886. Nr. 54—55.

Hauptbericht der preußischen Schlagwetterkommission. Erste Hälfte. Berlin 1886.

Deutsche Reichspatente.

(1885 — 1886.)

Kl. 4. Nr. 30110. H. Pieper in Lüttich. Sicherheitslampenverschluß.

- 4. - 34736. Th. Marshall in Surbiton (England). Sicherheitslampe.

- 4. - 36918. W. J. Clapp in Nantyglo und W. Sandbrook in Ebbw Vale (England). Sicherheitslampe. In schlagenden Wettern selbstthätig erlöschend.

Register.

- Abbaufelder, Größe der A. 275.
Abbauhöhe 235.
Abbaumethoden 240.
Abbaustrecken 274.
Abdichten der Verrohrung 96.
Abdruckbüchse 80.
Abfallstück 62.
Abfangegabel 73.
Abgestemme 250.
Abkommende 40.
Abprobieren 684.
Absperrungsröhren 80. 84.
Abteufen d. Schächte 229.
Abteufpumpen 646.
Adelsvorschub 43.
Akkumulator - Lokomotiven 350.
Aloëseile 374.
Alter der Spalten 26.
Amerikanisches Seilbohren 93.
Amidogene 495.
Anemometer 694.
Anfall, Anpfahl 485.
Anschlußkranz 523.
Äquivalente Öffnung s. Gleichwertige Öffnung.
Arbeitsbühne 534.
Arlberger Dynamit 495.
Artesische Brunnen 45.
Asphaltlatten 739.
Atmungsregulatoren 773.
Aufdeckarbeit 299.
Aufsatteln 224.
Aufsatzkränze 523.
Aufsatzvorrichtungen 393.
Aufthun der Gänge 3.
Aureole 682.
Ausbiß od. Ausgehendes 3.
Ausgleichung d. Gestängengewichtes 628.
Ausgleichung des Seilgewichtes 447.
Auskeilen 3.
Ausladeholz 484.
Auslängen 220.
Ausläufer 40.
Ausreißer 40.
Ausrichtung 245.
Austritt des Grubengases 673.
Aus- und Vorrichtung 234.
Azotim 495.
Bär 57.
Bahnwechsel 330.
Balkendämme 658.
Bandseile 372.
Bandzünder 202.
Barometerstand 675.
Baumann's Seilklemme 420.
Bautzener Sprengstoff 495.
Beleuchtung 438. 742.
Benninghaus, Fangvorrichtung von 460.
Benzinsorten 753.
Bergbau 4.
Bergbaukunde 4.
Bergeisen 446.
Bergemittel 6.
Bergemühlen 250.
Bergeversatz b. Pfeilerbau 289.
Bergwerk 4.
Berline 383.
Berme 299.
Besatz 182.
Besteg 3. 44.
Betonieren der Bohrschächte 544.
Beutelkolben 604.
Beutelpumpen 573.
Bewässerung des Grubenholzes 475.
Bidder's Keilpresse 208.
Biram's Anemometer 692.
Blatt 40.
Bläser 674.
Bleicylinder, Kraftproben im B. 496.
Blenden 744.
Blinder Schacht 224.
Blumen 43.
Bobinen 423.
Bockweichen 330.
Bogentrumm 40.
Böhmische Wechselschere 63.
Bohrbüchse 53.
Bohrbündel 73.
Bohrdocke 67.
Bohrduckel 73.
Bohrende Pumpe 404.
Bohrgerüst 74.
Bohrhitze 48.
Bohrhütte 74.
Bohrkern, Abreißen des B. 405. 442.
Bohrkeule 54.
Bohrklotz 57.
Bohrkrone 403.
Bohrlöffel 54.
Bohrmaschine von Angström 472; von Austin 472; von Barlow 472; von Brandt 477; von Broszmann und Kachelmann 474; von Brydon 474; von Burleigh 469; von U. Clark - Sergeant 472; von Darlington 469; von Davidson 474; von Dubois & François 464; Eclipse 472; Economiser 472; von Ferroux 472.

- Bohrmaschine von Fowle 172; von Frölich 467; von Gottheil 172; von Halsey 172; von Haupt 469; von W. Hesseln 172; von Hesshuyssen 172; von Jäger 468; von Jarolimek 484; von Ingerson 469; von Levet 172; von Meyer 465; von Mac - Kean 172; von Neill 470; von Osterkamp 469; von Prince 172; von Reynold 470; von de la Roche-Tolay 477; von Rosenkranz 172; von Sachs 462; von Schram u. Mahler 466; von Sotzmann 172; von Stugger 172; von Trautz 484; von Ullathorne 172; von Waring 172; von Warrington 172; von Warsop 172; von Wood 172.
 Bohrmeißel 48.
 Bohrmethoden, Wahl d. B. 446.
 Bohrregister 444.
 Bohrschächte 534.
 Bohrschere 73.
 Bohrschwengel 67.
 Bohrspreizen 174.
 Bohrstange, große 57.
 Bohrtabellen 444.
 Bohrtäucher 73.
 Bohrturm 74.
 Bohrtrog 453.
 Bolzen 485.
 Bolzen - Schrotzimmerung 488.
 Borgsmüller's Fangvorrichtung 454.
 Böse Wetter 669.
 Bosseyeuse 444. 244.
 Boty's Wetterlampe 749.
 Branddämme 762.
 Brechstange 448.
 Breithaue (Rodehaue) 440.
 Bremsberge 354.
 Bremsbergbetrieb 272.
 Bremsbergverschluß 363.
 Bremsbock oder Bremsgestelle 355.
 Bremshaspel 357.
 Bremskraft, deren Ausnutzung 365.
 Bremswirbel von Kolb 92.
 Bretterdämme 763.
 Bronolit 495.
 Bruchbau 285. 294.
 Bruchschwingen 633.
 Bruchstein-Cuvelage 533.
 Bruchwinkel 244.
 Bruststempel 491.
 Büchse 50.
 Bügelsäge 477.
 Bühnenwagen 347.
 Buschen 685.
 Busse's Fangvorrichtung 466.
 Büttgenbach's Fangvorrichtung 453.
 Butzen 8. 46.
 Calow's Fangvorrichtung 456.
 Casella's Anemometer 694.
 Clanny's Wetterlampe 749.
 Cooppal's Pulver 495.
 Carboazotim 495.
 Carbonit 494.
 Chair-Schiene 324.
 Chinesisches Seilbohren 94.
 Chubb's Kolbenpresse 208.
 Cochram's Keilpresse 208.
 Combe's Anemometer 694.
 - Atmungsapparat 768.
 - Ventilator 748.
 - Wetterlampe 753.
 Cousin'scher Fangapparat 462.
 Cuvelage in Gußeisen 524.
 - Holz 522.
 Cylinderdämme 660.
 Dach 2.
 Dammthüren 664.
 Dänisches Bohrverfahren 405.
 Davy's Wetterlampe 748.
 Decker'sche Pumpen 643.
 Degen 599.
 Demanet's Keil 240.
 Depression 688.
 Deutsches Gestänge 322.
 Diagonalen 272.
 Diagonaltrumm 40.
 Diamantbohren 404.
 Dickinson's Anemometer 692.
 Differentialpumpen 580.
 Diorrexin 495.
 Doppelkeilhauen 438.
 Doppelröhren 84.
 Doppeltwirkende Pumpen 580.
 Doppelsitzventile 640.
 Drahtseile 370. 372.
 Drahtseilbahnen 433.
 Drahtseilgestänge 625.
 Drallzüge 464.
 Drehendes Bohren 46.
 Drehscheiben 332.
 Druckbaum 68.
 Druckmesser 689.
 Druckpumpen 578.
 Dualin 490.
 Duckelbau 293.
 Durchblasen der Wetterlampen 746.
 Durchschlagen der Wetterlampen 746.
 Dusmenil's Wetterlampe 753.
 Dynamit 488.
 - (neu) 492.
 Eckhardt u. Lauten's Wetterlampe 753.
 Eichenauer's Fangvorrichtung 454.
 van Eicken's Bohrverfahren mit Wasserspülung 404.
 Eickhoff, Gebr., und Ardel, Fangvorrichtung 454.
 Eilgedinge 432.
 Einfache Gänge 40.
 Einfallen s. Fallen.
 Einlaufplatten 333.
 Eisenausbau 499.
 - in Schächten 504.
 Eiserne Schwellen 326.
 Elastische Ventile 643.
 Elektrische Lokomotiven 349.
 Elektrische Zündung 499.
 Endosmose 683.
 Englisches Gestänge 323.
 Englisch-Kanadisch. Bohrverfahren 88.
 Entluftungsventil 584.
 Erbstollen 246.
 Erze 4.
 Erzfall 43.
 Erzmittel 43.
 Eruptive Lagerstätten 8.
 Erweiterungsbohrer 84.
 Etagengestelle 406.
 Etagenventil 642.
 Evan Thomas' Wetterlampe 753.
 Evrard's Wetterrad 720.
 Exosmose 683.

Fabian's Freifallapparat 62.
 Fabry's Wetterrad 728.
 Fahrbarer Hochdruckapparat 771.
 Fahren 442.
 Fahrkunst 445.
 Fahrrohr 460.
 Fahrten 443.
 Fahrüberhauen 274.
 Fallen 2.
 Fallfangschere 77.
 Fallinie 2.
 Fallkreuz 15.
 Fallungslinie s. Fallinie.
 Faltenverwerfung 17. 21.
 Faltung 18.
 Fangbirne 86.
 Fangfeder 76.
 Fangfrösche 619.
 Fanggestänge 75.
 Fanghaken 76.
 Fanginstrumente 75.
 Fangketten 619.
 Fanglager 618.
 Fangscheiben 449. 620.
 Fangvorrichtungen 451.
 Farum's Keilpresse 208.
 Fauck's Freifallapparat 66.
 - Bohrverfahren mit Wasserspülung 106.
 - Seil-Freifallapparat 93.
 Fauvelle's Bohrverfahren mit Wasserspülung 101.
 Fäustel 449.
 Federfalle 76.
 Feldgestänge 636.
 Feldortstrecken 234.
 Feldortstreckenbetrieb 245.
 Feuersetzen 211.
 Firstenbau 244.
 Firstenbrand 211.
 Firstenkasten 486.
 Firstenkastenbau 251.
 Firstenmittel 245.
 Firstenstöße 246.
 Firstenstrecke 245.
 Fläche 221.
 Flache Gänge 14.
 Fleuss-Apparat 765.
 Flötze 3.
 Flötzflügel 18.
 Flügelbremse 358.
 Flügelkeil 65.
 Flügelort 218.
 Flügelschienen 324.
 Fimmel 447.
 Fingerhaken 76.

Fördergerüst 414.
 Fördergestelle 384.
 Förderhaspel 369.
 Förderkörbe 384.
 Förderrollen 247.
 Förderschalen 384.
 Fowler's Klappenscheibe 360.
 Freie Flächen 130.
 Freifallapparate 58.
 Friedmann's Druckpumpe 650.
 Friedrich'sche (Harzer) Bohrmaschine 118.
 Fuchsschwanz 477.
 Füllholz 481.
 Füllort 380.
 Füllrollen 247.
 Gabelbeschlag 56.
 Gaiski's Bohrkrätzer 80.
 - Seilbohrapparat 92.
 Galibert's Respirationsapparat 765.
 Galley-Ventilator 719.
 Gang 3. 9.
 Gangablenkung 15. 17. 40.
 Gangarten 11. 12.
 Gangstöcke 3.
 Gangzug 14.
 Garforth's Detektor 684.
 Gasproben 677.
 Gebräch 190.
 Gebrochene Schächte 221.
 Gedingestellung 131. 133.
 Gegengewichte in Bremsbergen 357.
 Geißfuß 76.
 Geißler's Ventilator 712. 720.
 Gelatine-Dynamit 192.
 Gemengtes Pulver 185.
 Generalfallen 3.
 Generalgedinge 131.
 Generalstreichen 3.
 Gesprenge 218.
 Geschichtete Lagerstätt. 4.
 Geschiebe 35.
 Geschick 204.
 Gestängebohren 48.
 Gestängefahrgang 624.
 Gestängeschloß 615. 622.
 Gesteinsgänge 9.
 Gestelle f. Bohrmaschinen 173.
 Gestelleverschuß 386.
 Gestellwagen 317.
 Getriebearbeit 493.
 Gewellte Zinkblechlatten 793.

Gewinnungsarbeiten 129.
 Gewinnbarkeit 129.
 Gezeugstrecken 234.
 Giffard's Strahlpumpe 630.
 Gildemeister und Kamp's Bohraparat 121.
 Gleichgewichtsboden 539.
 Gleichgewichtsröhre 539.
 Gleichwertige Öffnung 690.
 Gleitschienen 618.
 Glocke 276.
 Glockenbau 292.
 Glockenbohrer 50.
 Glockenmaschine 730.
 Glockenventil 611.
 Glückshaken 75.
 Göpel 412.
 Gosse 573.
 Gräbereien 298.
 Grafton Jones' Kolbenpresse 208.
 Gray's Wetterlampe 753.
 Greiffenhagen's Freifallapparat 62.
 - Röhrensäge 87.
 Grubenbrand 761.
 Grubengas 671.
 Grundplatte 598.
 Grundstrecken 234.
 Grundwasser 571.
 Guibal's Ventilator 722.
 Guibal-Beer-Ventilat. 724.
 Gurgelrohr 579.
 Guttman's Kraftmesser 197.

Haase's Abteufverfahren 568.
 Hängebank 221.
 Härte 129.
 Häuerarbeiten 129.
 Halm 197.
 Haloxilin 185.
 Haman's Sprengstoff 195.
 Handbohrmaschinen 153.
 Handkrückel 74.
 Handventilatoren 700.
 Hanfseile 371.
 Hangendes 3.
 Harzer Wettersatz 699.
 Harzé's Ventilator 724.
 Haspel 411.
 Haubenventil 611.
 Hauptholz 488.
 Hauptmulde 19.
 Hauptsattel 19.
 Haverlaher Eisensteinlager 8.
 Heber 653.

- Heinbach's Wetterlampe 754.
 Hellhoffit 194.
 Herold's Wetterlampe 752.
 Herzstücke 331.
 Hilfsstollen 218.
 Himly's Sprengpulver 186.
 Himmel 295.
 Hinterholz 481.
 Hinterwassersäule 629.
 Hochkantschiene 324.
 Hochstrate's Seil-Freifallapparat 93.
 Hohlraumschießen 183.
 Holzpulver 187.
 Höhlen 9.
 Höhlenfüllungen 9.
 Höll's Luftmaschine 649.
 Hohendahl's Fangvorrichtung 458.
 Hohlraumausfüllungen 9.
 Holzarten 472.
 Honigmann's feuerlose Lokomotive 346.
 Hoppe's Fallbremse 462.
 Hülsenbeschlag 35.
 Humboldt's Wasserspül-Tiefbohrapparat 113.
 Hubpumpen 575.
 Hund 309.
 Hußmann's Bohraparat 120.
 Hut, eiserner 13.
 Hydraulischer Mörtel 511.
 Hydraulisches Schachtgestänge 627.
 Janit 195.
 Jöcher 488.
 Jones' Keilpresse 208.
 Isolierungsröhren 80. 85.
 Kakaopulver 195.
 Kalisalzlager 255.
 Kalkpatronen 207.
 Kalter Dampf 669.
 Kammerbau 293.
 Kapselrad-Grubenventilatoren 702.
 Karlik's Whipper 430.
 Kartuschenpulver 185.
 Kegelröhren 81.
 Kegelventile 607.
 Keil 147.
 Keilfangvorrichtung 459.
 Keilhaue 137.
 Keilkränze 522. 525.
 Keillager 588.
 Keil- oder Gabelschloß 54.
 Keilschloß 50.
 Keilerspündung 659.
 Kernbohren 53.
 Kesseln 713.
 Kettenförderung 344. 428.
 Kettengestänge 617.
 Kettenkünste 649.
 Kettenseile 370.
 Kind'scher Freifallapparat 58.
 Kind-Chaudron's Bohrschächte 535.
 Kinetit 194.
 Kippwagen 318.
 Klappenbüchse 76.
 Klappenventile 609.
 Kleritj's Seil-Freifallapparat 93.
 Kley's Ventilator 726.
 Klötzelfertäfelung 498.
 Kluppe 76. 152.
 Klüfte 10.
 Köbrich's Bohrverfahren 107.
 Königsstange 338.
 Koepe's Fangvorrichtung 464.
 - Fördermethode 424.
 Körner's Apparat 686.
 Körting's Dampfstrahlventilatoren 716.
 - Wasserstrahlapparate 709.
 - Strahlapparate 650.
 Kohlenoxydgas 669.
 Kohlensäure 669.
 Kohlenstaub 679.
 Kokardenerze 13.
 Kolbenbohrer 151.
 Kolbenröhren 597.
 Kolbenschwert 602.
 Kompensationen 591.
 Kompressoren 158.
 Komprimiertes Pulver 185.
 Konische Seilkörbe 422.
 Kontaktgänge 10.
 Konzentrisch-lagenförmige Textur 13.
 Kopfstücke 47. 67.
 Kraft's Ventilator 724.
 - Atmungsapparat 768.
 Kraftmesser für Sprengstoffe 196.
 Krätzer 77. 152.
 Krale (Kräl) 136.
 Kratze 135.
 Krebsen 673.
 Kreiselwipper 429.
 Kreuzmeißel 109.
 Kreuzmeißel von Rost 51.
 Kronenbohrer 151.
 Krückel 67.
 Krums 620.
 Kübel 379.
 Kugeldämme 660.
 Kugelventil 608.
 Kühlenbau 299.
 Kunstkreuz 636.
 Kunstwinkel 636.
 Kuttbau 295.
 Kyanisieren 476.
 Lagenförmige Verwachsung 12.
 Lager 5.
 Lagergänge 10.
 Lagerstätten 2.
 Lagerstempel 491.
 Lagerstöcke 3. 6.
 Laist 295.
 Lambert's Ventilator 727.
 Lampenputzer 758.
 Lampenstube 758.
 Laschenbohrer 48.
 - Lauf 234.
 Laufkranz 318.
 Laufrad 69.
 Laufschrächte 221.
 Lederit 195.
 Legeisen 147.
 Leitbäume 388.
 Leitschienen 385.
 Leitschuhe 381.
 Leitsparren 388.
 Leitungen aus Eisenschienen und Drahtseilen 389.
 Leitungsdrähte 202.
 Leitungsrollen 345.
 Lemielle's Wetterrad 729.
 Letoret's Ventilator 722.
 Letten 7.
 Lettenbesatz 182.
 Lettenbohrer 153.
 Leuchtkorb 438.
 Leuchtkraft der Wetterlampen 759.
 Leuchtöfen 439.
 Levet'scher Keil 208.
 Lichtschächte 218.
 Liderung 601.
 Liegendes 2.
 Liegende Stöcke 3. 5.
 Lignose 192.
 Lintorfer Erzgänge 10.
 Lippman's Bohrschächte 544.

Lisbeth's Handbohrmaschine 454.
 Lithofrakteur 485.
 Lithofrakteur - Dynamit 490.
 Litzen 373.
 Liveing's Gasindikator 684.
 Loeb's Patent - Respirationsapparat 767.
 Löffelhaken 78.
 Löffelseil 73.
 Lösung alter Grubenbaue 447.
 Lohmann's Fangvorrichtung 456.
 Luftkompressoren 438.
 Luftlokomotiven 347.
 Luftmörtel 510.
 Luftrohr 660.
 Luftsattel 49.
 Luftschleuse 563.
 Luftübertragung 636.
 Luftverbrauch 668.
 Luftzuführung bei Wetterlampen 747.

 Mächtigkeit 2.
 Magnetischer Verschuß 756.
 Mahaux'sche Kolbenmaschine 730.
 Manometer 688.
 Manometrischer Wirkungsgrad 733.
 Marsaut's Wetterlampe 750.
 Maske v. Pilatre de Rozier 764.
 Maske von Humboldt 764.
 Massengedinge 432.
 Massige Lagerstätten 8.
 Massige Verwachsung 42.
 Mather u. Platt's Seilbohrer 98.
 Matte Wetter 668.
 Mauerfuß 530.
 Mauersteine 509.
 Mauerverband 530.
 Mechanische Arbeit der Sprengstoffe 495.
 Mechanische Bohrmaschinen 457.
 Meißelbohrer 452.
 Metallbänder 379.
 Metallseifen 7.
 Metamorphische Lagerstätten 46.
 Methan 674.
 Milde Gebirgsarten 430.

Mineralgänge 9.
 Mönchskolben 578.
 Montejus 654.
 Moosbüchse 540.
 Morgengänge 44.
 Morison's Wetterlampe 753.
 Moritz-Ventilator 749.
 Münstergewand 40.
 Müseler's Wetterlampe 749.
 Muffenröhren 84.
 Mulden 48.
 Muldenlinie 48.
 Muldensattel 49.
 Muldenwagen 348.
 Muldenwendung 49.
 Munscheid's Bohraparat 424.
 Muschelventil 608.

 Nachbohrer von Kind 84.
 Nachlasskette 67.
 Nachschneiden 49.
 Nachschwaden 669.
 Nebengestein 2.
 Neigung der Förderbahnen 328.
 Nester 3. 46.
 Neunkirchener Versuchsstrecke 679.
 Niederer Satz 573.
 Niederdruck-Apparat von Rouquayrol-Denayrouze 768.
 Nieren 3. 46.
 Nietamboß von Kind 82.
 Nitrocolle 495.
 Nitroglycerin 487.
 Nutzbare Fossilien 4.
 Nyst's Fangvorrichtung 459.

 Obergestänge 53.
 Ochsenfuß 70.
 Ochwad's Druckmesser 689.
 Örterbau 256. 287.
 Ohrenschneiden 48.
 Olaf Terp's hydraulisches Schnellbohrverfahren 406.
 Opuka 7.
 Orgeln 485.
 Orgelversatz 289.

 Packen 6.
 Pannel 279.
 Parforcegedinge s. Eilgedinge.

 Paternosterwerke 649.
 Patronen 497.
 Peiner Eisenerzlager 8.
 Pelzer's Maschinen - Bohrgestelle 473.
 Pelzer's Schraubenventilator 702. 734.
 Pendelanemometer 692.
 Pendelfangvorrichtung 463.
 Perkussions - Bohrmaschinen 459.
 Perspektiv-Pumpen 584.
 Petralit 495.
 Pfändung 488.
 Pfeilerbau 269.
 Pferdeförderung 335.
 Pferdeställe unter Tage 335.
 Pieler's Wetterlampe 683.
 Pingenbau 303.
 Pistolenprobe 496.
 Plimsoll's Wetterlampe 754.
 Plunger 578.
 Plungerkolben 606.
 Pneumatische Förderung 426.
 Poetsch, Gefriermethode 567.
 Portlandzement 542.
 Power Jumper 472.
 Prämiengedinge 432.
 Preßrost 562.
 Protektor-Lampen 752.
 Przibilla's Bohrverfahren 407.
 Pulsionsmethode 744.
 Pulsometer 654.
 Pulver 484.
 Pumpengestänge 644.
 Pumpenlager 587.
 Pumpenröhren 594.
 Pumpenstiefel 573.
 Pumpkolben 600.
 Pyramidenventil 642.

 Querbau 253.
 Quetten 447.

 Rabe's Wetterlampe 753.
 Räder 348.
 Rädertonnen 382.
 Räumnadel 483.
 Raketchen 497.
 Ramdohr's Fangvorrichtung 453.
 Rammelsberger Erzlager 20.

- Rasenläufer 10.
 Raubbau 239.
 Rauben der Zimmerung 276.
 Recke's Anemometer 486. 694.
 Reifenschächte 493.
 Rechtsinnig fallende Gänge 14.
 Rechtsinnig fallende Sprünge 27.
 Regeneratoren 631.
 Rettungsthüren 738.
 Reuland's Wetterlampe 754.
 Rhexit 193.
 Richtschächte 221.
 Ringelerze 13.
 Rittinger-Pumpen 581.
 Rittinger's Ventilator 719.
 Rittinger's Wettertrommel 701.
 Robert's Atmungsapparat 765.
 Robinson's Anemometer 694.
 Röhrenbündel 83.
 Röhrenheber 86.
 Röhrensägen 87.
 Rösche 218.
 Rollog 130.
 Rollochsbetrieb 274.
 Romanowski's Freifallapparat 63.
 Romanzemente 512.
 Romit 194.
 Root's Ventilator 703.
 Rotierende Wassersäulenmaschinen 644.
 Rücken 10.
 Rücklaufbahn 329. 366.
 Rückschlag 678.
 Rüstbäume 497.
 Runde Schächte 223.
 Rundseile 372.
 Ruscheln, faule 9.
 Rutschen 443.
 Rutschbahn 442.
 Rutschere 57.
 Rutschstreifen 33.

 Sackbohrer 551.
 Säge 477.
 Säulenbau 291.
 Salband 11.
 Salzgitter, Eisensteinlager bei S. 8.
 Sandgewand 10.
 Sandpumpe 46.

 Sattel 18.
 Sattellinie 18.
 Sattelmulde 19.
 Sattelwindung 18.
 Satz oder Pumpensatz 573.
 Saugkorb 599.
 Saugpumpen 573.
 Saugröhren 598.
 Schachtfallen 393.
 Schachtsignale 409.
 Schachtverschluß 102.
 Schären 7.
 Schaltrad 161.
 Schappe 46.
 Scharen 10.
 Scharkkreuz 15.
 Schaufel 135.
 Scheren 7.
 Scherenstück 620.
 Schieberstück 65.
 Schiele's Ventilator 725.
 Schießbaumwolle 192.
 Schießnadel 183.
 Schießpflock 182.
 Schiffsförderung 353.
 Schlackenwolle 645.
 Schlägel- und Eisenarbeit 145.
 Schläucher 599. 646.
 Schlagende Wetter 670.
 Schlammöffel 51.
 Schlangenbohrer 46. 152.
 Schlauchmaschine 649.
 Schlechten 130.
 Schlenkerbohren 150. 205.
 Schleppen der Gänge 15.
 Schlepperförderung 334.
 Schlepptrog 307.
 Schleusendämme 649.
 Schlichten 130.
 Schlitten 307.
 Schlitzen 140.
 Schloßkeile 617.
 Schmandlöffel 51.
 Schmidt - Carnall'sche Regel 28.
 Schmierbüchse 320.
 Schneidige Gebirgsarten 130.
 Schnellkompressoren 159.
 Schöpfrad 649.
 Schrämen 140.
 Schrämmaschinen 141.
 Schrämspieß 140.
 Schraubenschloß 54.
 Schraubenstiefel 486.
 Schraubentute 78.
 Schraubenventilatoren 731.

 Schröder's Patentverschluß 755.
 Schrotzimmerung 488.
 Schürfen 43.
 Schürfung, elektrische 44.
 Schubarth und Humboldt, Freifallinstrument von 60.
 Schultze-Pulver 195.
 Schumacher's Meißelbefestigung 50.
 Schurfgärten 43.
 Schurfschächte 43.
 Schurfstollen 43.
 Schwaden 669.
 Schwann's Apparat 765.
 Schwebebühne 531.
 Schwedel 197.
 Schwefelmännchen 197.
 Schwefelwasserstoff 670.
 Schweife 43.
 Schwengeldocke 68.
 Schwengelständer 68.
 Schwenkbühne 361.
 Schwere Wetter 669.
 Schwungpumpe 649.
 Seifenwerke 7. 298.
 Seilauflöser 401.
 Seilfahrt 480.
 Seilfänger 96.
 Seilfederbüchsen 377.
 Seilkörbe 416.
 Seilscheiben 413.
 Seilschmiere 377.
 Seilübertragung 634.
 Seitenbrand 212.
 Seitenfirstenbau 251.
 Selbstentzündung d. Kohle 761. 763.
 Selbstentzündung der Nitilverbindungen 191.
 Senkschächte 549. 551.
 Senkschrauben 647.
 Senkung der Tagesoberfläche 241.
 Senkzeug, hydraulisches 647.
 Sicherheitspfeiler 233. 241.
 Sicherheitsthüren 738.
 Sicherheitsventile an Druckpumpen 586.
 Sicherheitszünder 198.
 Sielzeug 308.
 Sinking by piling 498.
 Sinkwerksbau 295.
 Siphonoid 653.
 Sohle 2.
 Sohlenabstände 235.
 Sohlenbrand 212.
 Sohlenstrecken 235.

- Solheber 52.
 Solfrian's Fangvorrichtung 466.
 Sonderventilation 697. 704.
 - mit Lutten 705.
 - mit Druckluft 706.
 - mit Strahlapparaten 707.
 - von v. Steindel 708.
 Sonntag's Seilbohrapparat 92.
 Spaltenfüllung 9.
 Spaltenverwerfung 17. 24.
 Spannsäule, hydraulische 174.
 Spannung 129.
 v. Sparre's Seil-Freifallapparat 93.
 Spatgänge 14.
 Sperrmaß 478.
 Sperrad 161.
 Spezialmulde 19.
 Spezialsattel 19.
 Spillenrad 69.
 Spinne 78.
 Spinnenbüchse 78.
 Spiralbohrer 46.
 Spiralkörbe 422.
 Spitzeisen 146.
 Spitzhammer 139. 140.
 Sprengarbeit 149. 204.
 Sprenggelatine 190.
 Sprengkraft, deren Ersatz 207.
 Sprengmaterialien 183.
 Sprengöl 187.
 Sprengsalpeter 186.
 Sprengwerke 487.
 Spritzbohrverfahren 106.
 Sprossenrad 69.
 Sprünge 9. 17.
 Sprunghöhe 27.
 Sprungweite 27.
 Sprungwinkel 28.
 Spülwasser, Einführung des 104.
 Spurkranz 319.
 Spurkranzräder 323.
 Spurlatten 388.
 Spurnagel 317.
 Spurweite 323.
 Stabzünder 202.
 Stampfer 182.
 Stangenhaken 70. 620.
 Stangenschlösser 54.
 Stangenprobe 196.
 Stehende Gänge 14.
 Steigeröhren 594.
 Stellkette 90.
 Stellschraube 67.
 Stempel 484.
 Stempelschlag 245.
 Stephenson's Wetterlampe 749.
 Stockwerke 3. 16.
 Stockwerksbau 290.
 Stöcke 3. 16.
 Störungen d. Lagerstätten 17.
 Störungen der Pumpen 577.
 Stollen 216.
 Stollenzeche 215.
 Stoppelbau 295.
 Stoßbau 252.
 Stoßheber 649.
 Stoßweichen 330. 332.
 Strahlpumpen 650.
 Strebbau 258.
 Strebbau mit Pfeilern 264.
 Strebstempel 491.
 Streckenbogen 500.
 Streichen 2.
 Streichlinie 2.
 Streifungen 28.
 Strossenbau 242.
 Strossenkasten 486.
 Stückkohlengedinge 133.
 Stürzrollen 247.
 Stuhlkrückel 70.
 Stulpkolben 602.
 Sturzkolben 601.
 Sturzwipper 429.
 Suchstollen 43.
 Sumpfstrecken 220. 575. 592.
 Supplementargewicht 615.
 Tachymeter 467.
 Tagebau 297.
 Tagesröschen 218.
 Tagesstollen 218.
 Tagewasser 571.
 Tangyepumpen 644.
 Taube Mittel 13.
 Taucherkolben 578.
 Tellerventil 608.
 Temperament, chemisches 668.
 Temperament einer Grube 689.
 Textur der Gänge 12.
 Teilung des Wetterstroms 736.
 Thürel 574. 609.
 Thürstöcke 479.
 Tiefbauzeche 215.
 Tiefbohrung 45.
 Tonnen 379.
 Tonnlägige Schächte 221.
 Tornisterapparat 771.
 Tornister mit Beleuchtungsregulator 769.
 Tränken des Holzes 476.
 Tragerollen 618.
 Tragewerk 218.
 Tragstempel 491.
 Traßmörtel 511.
 Traufbretter 572.
 Traufdächer 572.
 Treibfäustel 147.
 Treibseil 69.
 Tretrad 69.
 Tretwerk 218.
 Trichterkolben 601.
 Trockene Kompressoren 159.
 Trog 136.
 Trompete 178.
 Trouvé's elektr. Lampe 754.
 Trumm 10.
 Trümmerlagerstätten 7.
 Tubbing 525.
 Tummelbau 293.
 Turbinenventilator 703.
 Übergabelung 620.
 Überkippung 20.
 Überschnittenes 481.
 Ulmenbau 291.
 Umbruchstrecke 245.
 Ungarischer Hund 316.
 Untergestänge 56.
 Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen 637.
 Unterseil 418.
 Unterwerksbau 238.
 Upton u. Robert's Wetterlampe 749.
 Ventile 607.
 Ventilbohrer 46.
 Ventilkasten 584.
 Ventilthüren 585.
 Ventilverlust 574.
 Verdämmung 637.
 Verdrücken 3.
 Verfaulen 473.
 Verhauörtel 245.
 Verjüngte Pumpen 580.
 Verjüngte Seile 374.
 Verkehrt fallende Gänge 14.
 Verlagerung der Pumpen 587.
 Verlorener Holzausbau 519.
 Vermodern 473.
 Verrohrung 80.
 Verrohrung beim Diamantbohren 103.

Versetzung 486.
 Verschluß der Wetter-
 schächte 742.
 Versiedung 295. 297.
 Verschiebung 15. 17. 34. 39.
 Vertische 333.
 Verwerfungen 15. 17.
 Verzugholz 484.
 Vignolschienen 324.
 Vopuka 7.
 Vorbohren 117. 233.
 Vorder- und Hinterseil 338.
 Vorgeben 205.
 Vorgeschlagene Schächte
 222.
 Vorgesümpfe 499.
 Vorrichtung 215.
 Vorsumpf 593.
 Vulkanit 495.

Waddle's Ventilator 727.
 Walcher's Steinkohlen-
 brechapparat 210.
 Wandruten 490.
 Wasserbesatz 681.
 Wasserdichter Ausbau 521.
 Wasserdichte Ausmaue-
 rung 528.
 Wassergewältigung 571.
 Wasserhaltung 571.
 - kasten 656.
 - losung 571.
 - ort 572.
 - rohr 661.
 - schnecke 649.
 - schraube 649.
 - seige 218.
 - spülung 100.
 - strecken 220.
 - trommel 698.
 - übertragung 634.
 - wagen 656.
 - wippe 649.
 - zuber 655.

Wechselstörung 17.
 Wechsel (Weiche) 330.
 Wechselkluft 23.
 Wechselplatten 333.
 Wechselschere 57.
 Wegfüllarbeit 135.
 Wegge und Pelzer's Bohr-
 apparat 120.
 Wegthund. Bohrlöcher 181.
 Wehre 296.
 Wehrrollen 618.
 Weichen s. Wechsel.
 Weitungsbau im Rammels-
 berge 268.
 Weitungsbau ohne Berge-
 versatz 291.
 Wendeplätze 333.
 Werner's Freifallapparat
 63.
 Westfälische Wetterlampe
 749.
 Wetter 667.
 Wetterbohrlöcher 119.
 - brücken 741.
 - dämme 740.
 - führung 735.
 - gardinen 737.
 - hut 697.
 - kreuzung 741.
 - lampen 744.
 - lutten 738.
 - maschinen 717.
 - mühlen 700.
 - öfen 713.
 - räder 728.
 - scheider 740.
 - stationen 694.
 - thüren 737.
 - trommeln 700.
 - zeichen 683.
 - zug 696.
 Wicket-System 266.
 Widder, hydraul. 649.
 Widersinnig fallende
 Gänge 14.

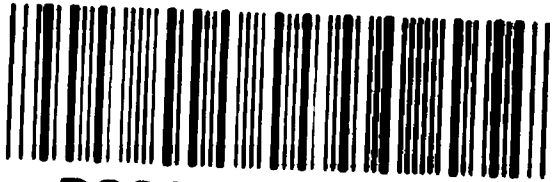
Widersinnig fallende
 Sprünge 27.
 Wienpahl's Wetterlampe
 751.
 Wilcke's Freifallapparat
 63.
 Windkessel 586. 644.
 Winkelkreuz 15.
 Winkler's Probeflasche
 677.
 Winter's Ventilator 725.
 Wipper, fahrbare 431.
 Wirbel 67.
 Wischer 152.
 Wolf's Benzinlampe 752.
 Wolf's Fangvorrichtung
 454.
 Wolfsrachen 77.
 Würfelbau 285.
 Wurfrad 649.

Zapfenstempel 491.
 Zentrifugal - Ventilatoren
 717.
 Zickzackmaschine 649.
 Ziegenfuß 148.
 Zimmermann'sche Regel
 29.
 Zobel's Eisenfänger 78.
 Zobel's Eisenfänger mit
 Parallelogramm 79.
 Zobel's Freifallapparat
 63.
 Zollgedinge 132.
 Zündhöhengrenze 747.
 Zündhülsen 199.
 Zündmaschinen 199.
 Zündschnüre 198.
 Zungenweichen 330.
 Zusammengesetzte Gänge
 11.
 Zwillingsschächte 227.
 Zwischenstücke 57.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

89083899302



B89083899302A

502 10/03 21
31603

BUI



89089808471



b89089808471a

**K.F. WENDT LIBRARY
UW COLLEGE OF ENGR.
215 N. RANDALL AVENUE
MADISON, WI 53706**

